دُورُ العلماءِ العرَبْ

فى

إحياء وتقويم التراث العلمى لمدرسة الإسكندرية القديمة

(١)

مؤلفات إقليدس العلمية

دراسة وتحقيق

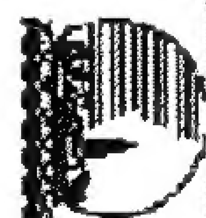
دكتور

عباس محمد حسن سليمان

مدرس الفلسفة الإسلامية

كلية الآداب - جامعة الإسكندرية

١٩٩٦





دار المعرفة الجامعية

٤٠ ش سوتير - الازاريطة - ت ٤٨٣٠١٦٣

٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبي ت ٥٩٧٣١٤٢

دور العلماء العرب

فـى

إحياء وتقويم التراث العلمى لمدرسة
الإسكندرية القديمة

(١)

مؤلفـات إقليدس العلميـة

دراسـة وتحقيـق

الدكتور عباس محمد حسن سليمان

الطبعة الأولى

١٩٩٦

دار المعرفة الجامعية
٤٠ ش ســوتـير- الازاريطـة - ت ٤٨٣٠١٦٣
٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبي ت ٥٩٧٣١٤٦

دار المعرفة الجامعية
للطبع والنشر والتوزيع

---

* الادارة : ٤٠ شارع سوتير
الازاريطة - الاسكندرية
ت : ٤٨٣٠١٦٣

* الفرع : ٣٨٧ شارع قنال السويس
الشاطبي - الاسكندرية
ت : ٥٩٧٣١٤٦

بسم الله الرحمن الرحيم

مقــدمــة

تسيطر على المرء الحيرة فيما أصاب مدينة الإسكندرية من الكوارث والمحــن ابتداءً من سنة ١١٦ق.م ، وكيف سيطر على أمورها عازٍ همجي ، أتلف كثيراً من كنوز التراث الإنساني .

ولكنْ ، إذا نظرنا إلى تاريخ الإسكندرية العلمي لنتعرف على الوجه المشرق والمضئ ؛ وجدنـــا " إقليدس" علامة بارزة من علامات الفكر العلمي، استطاع أن يبهر العقول بما قدمه من أفكار جدية في مجـال الفكـر العلمـي . فلاشـك أن هذا الفكر قد تأثر كثيراً في معناه ومبناه بإقليدس الذى أدى دوراً ثقافياً هاماً في محيط الفكر العلمي في فترة خطيرة من فترات التاريخ الإنساني .

ولقد خلف لنا إقليدس مؤلفات عديدة كـان لهـا أثرهـا الفعـال فـي تطويـر مفهوم الفكر العلمي وإعطائه سمات واضحة . فقد كانت مؤلفاته العلمية معينـاً لاينضب للدارسين عبر العصور المختلفة ، حيث دارت حـول بعضهـا دراسـات علمية جادة ؛ وشغل العلمــاء ببعـض منهـا وضعـوا عليهـا الشـروح والحواشـي والتعليقات .

وقد أكدت الأبحاث العلمية أن معظم المؤلفات التى خلفها إقليدس في مجال العلوم ـ خاصة الرياضيات والفلك والبصريات ـ لم تصل إلى العالم المعـاصر إلا عن طريق العلماء المسلمين ، حيث قاموا بإعداد ترجمات عربيـة صادقـة ودقيقـة لهذه المؤلفات . ولقد حفظت هذه الترجمات الكثـير مـن مؤلفـات الإغريـق مـن الفقـدان والضيـاع . ويكفـى أن نقـول : إن معظـم الترجمـات اللاتينيـة القديمـة للمؤلفات الإغريقية تعتمـد على الترجمـات العربيـة لهـذه المؤلفـات ، أكـثر مـن اعتمادها على المؤلفات الإغريقية الأصلية التى فقد معظمها .

والحق ، أن العلماء العرب استطاعوا أن يتمثلوا التراث العلمى اليونانى ويفهموه جيداً ؛ مما أدى به إلى نقده وتمحيصه وبالتالى إلى تحريره ــ كما هو الأمر عند نصير الدين الطوسى مثلاً ــ الأمر الذى جعلهم يتمكنوا من إعادة تقويم مؤلفات إقليدس ــ وغيرها من المؤلفات العلمية لعلماء الإغريق ــ وتسجيلها تسجيلاً صحيحاً ودقيقاً .

وقد كانت معظم المؤلفات العلمية الإغريقية التى حررها العلماء العرب ، المصدر الوحيد الذى استقى منه الغرب معلوماته عن بعض العلماء اليونانيين القدماء ، وتعرفوا على مؤلفاتهم بعد أن فُقدت أصولها اليونانية . الأمر الذى كان له أثر كبير فى النهضة العلمية الكبرى فى الحضارة الغربية .

ومهما قيل عن أهمية دور العلماء العرب فى هذا المجال ، فإن هذا الأمر يحتاج منا إلى بيان النقاط التالية :

النقطة الأولى : نتناول فيها حياة إقليدس والعصر الذى عاش فيه؛ وما ترك من مؤلفات فريدة فى موضوعها، كان لها أعظم الأثر فى تشكيل الفكر العلمى العالمى ؛ وما قدمه من أفكار جادة فى مجال العلوم المختلفة، وخاصةً فى مجال الرياضيات.

النقطة الثانية : ونتناول فيها انتقال مؤلفات إقليدس إلى العالم الإسلامى، وكيف كَتَبَ العلماء المسلمون شروحات وتعليقات كثيرة على هذه المؤلفات. مما أدى إلى تطور الفكر العلمى لديهم، خاصةً فى مجال الرياضيات. بالإضافة إلى بيان الجهود التى بذلت بصدد المصادرة الخامسة لإقليدس.

النقطة الثالثة : تنحصر فى بيان أثـر نصير الدين الطوسى فـى إحيـاء وتقويـم المؤلفات العلمية لإقليدس من خلال بيان الأصول المنهجية التـى اعتمدها فى تحريره لهذه المؤلفات؛ وكيف أن هذا المنهـج يجعلنـا نتبين تلك الأفكار والنظريات العلمية التى أضافهـا الطوسـى ـــ خاصة نظريةُ المتوازيات ـــ وكـان لهـا أثرهـا فـى تطـور الفكـر العلمى سواءً فى الحضارة الإسلامية أو الحضارة الأوروبية .

النقطـة الرابعـة : وتنحصـر فـى تحقيـق إحـدى مؤلفـات إقليـدس التـى حررهـا الطوسى، كنموذج لتطبيق منهجه العلمى فى التحرير .

والله أسأل التوفيق والسداد

د. عباس محمد حسن سليمان

الإسكندرية فى ٢٠ / ١٩٩٥/٥م.

الفصـــل الأول

إقليدس : الرجل وأعمالـه

القسم الأول: الدراسة

دور العلماء العرب

فــى

إحياء وتقويم مؤلفات إقليدس العلمية

تميزت مدينة الإسكندرية فى عهد البطالمة بنهضة فكرية جعلتها قمة شامخة من قمم الحضارات القديمة، حيث أصبحت مناراً للعلم ومركزاً للتجارة العالمية. فقد أنشأوا فيها مكتبة علمية جامعة لم يكن لها مثيل فى العالم القديم ؛ وقد تقاطر عليها العلماء من كل جنس ترعاهم الإسكندرية وتجزل لهم العطاء[1]

وقد نقل البطالمة للمكتبة معظم التراث الذى أنتجه العقل اليونانى فى مجالات الآداب والفلسفة والعلم[2] ؛ حيث كانت مركز دراسات الأدباء والنحويين والفلاسفة والمؤرخين والعلماء على سائر طوائفهم[3] . وعلى الجملة، فقد قامت بالإسكندرية حركة علمية نشطة خطت بعلوم الرياضة والفلك والطبيعة والطب والكيمياء والموسيقى .. إلخ ، خطوات هائلة كانت أساس الحركة العلمية العربية فى العصور الوسطى وأساس النهضة العلمية الحديثة فى

---

(١) انظر :

ـ د . محمد على أبو ريان : تاريخ الفكر الفلسفى (أرسطو والمدارس المتأخرة) ، دار المعرفة الجامعية ، الطبعة الثالثة ، الإسكندرية ، (بدون تاريخ)، حـ ٢ ، ص : ٣١٦ .

ـ د. أميرة حلمى مطر : الفلسفة عند اليونان ، دار ومطابع الشعب ، القاهرة ، ١٩٦٥م. ص : ٢٨٣ .

ـ لانسلوت هوجين : الرياضة للمليون ، ترجمة لفيف من الأساتذة ، مراجعة : د. محمد مرسى أحمد و د. عبد المنعم ناصر الشافعى ، (سلسلة الألف كتاب) دار العالم العربى للطباعة ، القاهرة ، ١٩٥٧م . حـ١ ، ص : ٢٤٣ ، ٢٤٤ .

— Stephen F.Mason : A History of The Sciences , New york , 1968 . P:49,50.

(٢) Matter: Essai Historique Sur L,Ecole d,Lexandrie. Paris, 1820, P: 10

(٣) د. أبو ريان : تاريخ الفكر الفلسفى ، حـ ٢ ، ص : ٣١٧ .

أوربا(١)

ولقد عرفت الإسكندرية فى هذه الفترة شخصيات علمية عديدة من أمثال: إقليدس وبطلميوس وأراتوسنيس وأبولونيوس وجالينوس وهيرون وغيرهم . وفى هذا البحث سوف نتوقف عند شخصية " إقليدس" ، لما لها من أثر عميق فى تطور الرياضيات فى العالم الإسلامى .

إقليدس (٣٣٠ - ٢٧٠ ق.م) :

تذكر المصادر التاريخية أن إقليدس هو : يوكليدس بن نوقطرس بن برنيقس المعروف عند العرب باسم " إقليدس"(٢) . وعلى الرغم من أن أصحاب هذه المصادر قد ذكروا إقليدس ، فإنهم لم يذكروا جميعاً سنة ميلاده ولاسنة وفاته . ومن ثم ، فإنهم قد اجتهدوا جميعاً فى تحديد الفترة التى عاش فيها إقليدس، وهى بين عامى ٣٣٠-٢٧٠ ق.م(٣)

---

(١) انظر :

ــ د. مصطفى العبادى : مكتبة الإسكندرية القديمة ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٧٧م . ص: ٢٠ .

ــ د. جعفر آل ياسين : المدخل إلى الفكر الفلسفى عند العرب ، دار الأندلس ، الطبعة الثالثة ، بيروت ، ١٩٨٣م. ص:٤١.

(٢) انظر :

ــ القفطى : إخبار العلماء بأخبار الحكماء ، مكتبة المتنبى ، القاهرة ، (بدون تاريخ) ، ص : ٤٥

ــ ابن النديم : الفهرست ، تحقيق : رضا تجدد ، طهران ، ١٩٧١م . ص : ٣٢٤ .

(٣) وها هنا لانرى ضرورةً لأن نخوض فى تفاصيل الدراسات والتحقيقات الطويلة الدائبة التى بذلت للوصول إلى تحديد الفترة التى عاشها إقليدس . فلقد جند الغربيون كل مالديهم من وسائل بحث لدراسة ما فى المخطوطات الإغريقية واللاتينية والعربية والعبرية ، مما يشير من قريب أو بعيد إلى –

وقد خيم الغموض على حياة إقليدس ؛ فليست لدينا معرفة أكيدة عنه على حد تعبير جورج سارتون[1] . ولكننا نذهب مع القفطى إلى أنه يونانى الجنس ، شامى الدار ، صورى البلد ، نجار الصنعة[2] . ومن المعروف أنه كان بالإسكندرية فى عهد بطلميوس الأول " سوتر " (الذى حكم من ٣٢٣ إلى ٢٨٥ ق.م) ، وأنه كان يعلم ابنه بطلميوس الثانى الرياضيات والهندسة[3] .

ويمكن القول : إن إقليدس قام بتأسيس مدرسة رياضية بالإسكندرية ، تعلم فيها كثير من الرياضيين المبرزين ؛ وبفضله تحولت دار الحكمة والأكاديمية إلى معهد للدراسات الرياضية ، وظلت هذه المدرسة بعده طوال سبعة قرون تعترف بقيادته[4] . وقد ذكر بعض أهل العلم بالتاريخ أن إقليدس كان أقدم من

- أى شئ يتعلق بالفكر الإغريقى حتى صار عالاً أو يكاد أن يصل المرء إلى جديد فى هذا الميدان.

راجع فى هذا :

ـ د. أحمد سليم سعيدان : هندسة إقليدس فى أيدٍ عربية ، دار البشير ، الطبعة الأولى ، عمان ، ١٩٩١م . ص: ١٤، ١٥.

ـ جورج سارتون : تاريخ العلم ، بإشراف : د. بيومى مدكور ، ترجمة لفيف من العلماء ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٧٠م . جـ٤ ، ص: ٨٢ .

ـ دى لاسى أوليرى : علوم اليونان وسبل انتقالها إلى العرب ، ترجمة : د. وهيب كامل ، زكى على ؛ مكتبة النهضة المصرية، القاهرة ، ١٩٦٢م . ص : ٣٧.

ـ نيقولا يوسف : أعلام من الإسكندرية ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٦٩م ، ص:٥٢ .

(١) سارتون : تاريخ العلم ، جـ٤ ، ص : ٨٢ .

(٢) المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

(٣) انظر :

ـ القفطى : إخبار العلماء ، ص : ٤٦ .

ـ د. أحمد سليم : هندسة إقليدس ، ص : ١٤

(٤) انظر :

أرشميدس وغيره[1] .

وقد اشتهر من تلاميذ إقليدس على مر العصور عدد من المشتغلين بالرياضيات فى القدم ، منهم " أبولونيوس البرجاوى " نسبة إلى برجا ، والملقب بالهندسى العظيم . وهو من التلاميذ غير المباشرين لإقليدس ، والذى اشتهر فيما بين ٢٥٠-٢٢٠ ق.م . ومنهم الرياضى السكندرى " هبسكليس " ويسميه العرب " أبسقلاوس " ، الذى أضاف مقالتين إلى كتاب " العناصر " أو "الأصول " أحد مؤلفات إقليدس الرئيسية .

مؤلفات إقليدس :

وضع إقليدس عدة مؤلفات فى مختلف العلوم ؛ فقد كَتَبَ فى الرياضيات والفلك والبصريات والميكانيكا والموسيقى ؛ وسوف نذكر فيما يلى قائمة مؤلفاته[2] ، وهى :

- نيقولا يوسف : أعلام من الإسكندرية ، ص : ٥٢ .
- أوليرى : علوم اليونان ، ص : ٣٧ .
- د. عبد الحليم منتصر : تاريخ العلم ودور العلماء العرب فى تقدمه ، دار المعارف ، الطبعة الثالثة، القاهرة ، ١٩٦٩م . ص:٤٤ .

(١) انظر :
- القفطى : إخبار العلماء ، ص : ٤٦ .
- ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٢٤ .

(٢) انظر :
- القفطى : إخبار العلماء ، ص : ٤٨ .
- ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٢٥ .
- نيقولا يوسف : أعلام من الإسكندرية ، ص : ٥٢ ، ٥٣ .
- شاخت وبوزورث : تراث الإسلام ، ترجمة : د. حسين مؤنس ، إحسان صدقى =

١ ـ كتاب الأصول أو الأركان :

وهو من أهم ما وصل إلينا من مؤلفات إقليدس ؛ وقد ترجم فيما بعد إلى العربية واللاتينية والعبرية والإنجليزية . وهو يحتوى على ثلاثة عشر مقالةً أو كتاباً يمكن وصفها بإختصار فيما يلى[1] :

١ ــ المقالات أو الكتب من (١ إلى ٦) : فقد جعلها إقليدس للهندسة المستوية؛ فالمقالة الأولى تشمل تعريف المسلمات ، وتتناول المثلثات والمتوازيات أو الأشكال المستقيمة الأضلاع . وجعل الثانية لمساحات هذه الأشكال ، وفيها عالج الجبر بطريقة هندسة . وجعل الثالثة والرابعة للدوائر، وما يحيط بها ، وما تحيط به من مضلعات منتظمة . وأما المقالة الخامسة فتعالج نظرية جديدة فى النسب المستخدمة فى الكميات التى تعد والكميات التى لاتعد. والمقالة السادسة تبحث فى الأشكال المتشابهة بتطبيق نظرية التناسب .

٢ ــ المقالات أو الكتب من (٧ إلى ١٠) : وقد جعلها إقليدس للحساب

ــ العمدة مراجعة : د. فؤاد زكريا . (سلسلة عالم المعرفة)، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٧٨م . القسم الثالث ، ص : ١٦٢.

(١) انظر :

ــ سارتون : تاريخ العلم ، جـ ٤ ، ص : ٨٥ .

ــ د. أحمد سليم : هندسة إقليدس ، ص : ١٧ ، ١٨ .

ــ رنيه تاتون : تاريخ العلوم العام (العلم القديم والوسيط من البدايات حتى سنة ١٤٥٠م) ، ترجمة : د. على مقلد . المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٨م . المجلد الأول ، ص : ٣١٩-٣٢٤ .

ونظرية الأعداد . وتعالج هذه المقالات أعداداً مـن أنـواع متعـددة ، وأوليـة بالنسبة لبعضها ، والمضاعف المشترك الأصغر ، والأعداد التى تكوّن المتوالية الهندسية . وأما المقالة العاشرة فهى مخصصة للمستقيمات غير الجذرية .

٣ ـ المقالات أو الكتب من (١١ إلى ١٣) : وتشمل الهندسة الفراغية ، وتشـبه المقالة الحادية عشرة المقـالتين الأولى والسادسـة . أمـا المقالـة الثانيـة عشـرة فتستخدم طريقة الاستفادة فى قياس الدوائر والكرات والأهـرام . والمقالـة الثالثة عشرة تعالج المجسمات المنتظمة .

ويعد مؤرخو إقليدس فى العصر الحاضر أجـزاء كتـاب " الأصـول " كلهـا مقدمة لجزئه الثالث عشر ، وهو الخاص بالأجسام الهندسة التـى عنـى أفلاطـون بدراستها ، وجاء ذكرها فى محاورة "طيماوس"(١) .

ولقد أضيف إلى الأصول كتابان آخران يعالجان المجسمات المنتظمة ، وهمـا الكتابان الرابع عشر والخامس عشر . وقد ألف هبسكليس السكندرى مايسـمى بالكتاب الرابع عشر فى بدايـة القـرن الثـانى (ق.م)؛ وهـو كتـاب علـى درجـة كبيرة من الجودة . أما الكتاب الثانى وهو الكتاب الخـامس عشـر فهـو أحـدث كثيراً وأقل منه فى الكَيْف، وقد كتبه أحد تلاميذ إيزيدورس الميلطى(٢) .

وقد شرح كتاب الأصول عدد من الرياضيين أشهرهم : هيرون ، وبابوس، وفورفوريوس ، وبركلى ، وسمبليقيـوس ، وجيمنـوس ، وربمـا كـان هـو الـذى تسميه الكتب العربية اجـانيس . وبذلـك تكـاثرت نسـخ كتـاب " الأصـول "، وعلى مر العصور تكاثرت أغلاط النساخ ومداخلاتهم . من أجـل ذلـك ، قـام

---

(١) سارتون : تاريخ العلم ، جـ ٤ ، ص : ٨٦ .

(٢) د. نجيب بلدى : تمهيد لتاريخ مدرسة الإسكندرية وفلسفتها ، دار المعارف ، مصر ، ١٩٦٢م. ص : ٣٩ .

ثيون السكندرى فى القرن الرابع الميلادى بتحرير الكتاب ، فبدل بعض ألفاظه، وأضاف فى براهينه خطوات ، وبدل بحلوله حلولاً رآها أوضح ، وأضاف حالات خاصة ، ونتائج . وصارت كل نسخة للكتاب تكتب نقلاً عن تحرير ثيون[1]

والواقع أن كتاب الأصول لإقليدس هو الثمرة التى تمخضت عنها حقبة تزيد على ألف عام ، ولو أننا نعترف أنه أول جامع للمعارف الهندسية استمر فى أثناء عصور الإغريق والرومان والعرب والقرون الوسطى والعصر الحديث حتى عهد جيل كان إلى وقت قريب لايزال على قيد الحياة[2] .

٢ ـ كتاب اختلاف المناظر أو البصريات :

ويرى أوليرى أن هذا الكتاب منحول ، إلا أن العرب استعملوه[3] .

٣ ـ كتاب المعطيات أو المفروضات .

٤ ـ كتاب ظاهرات الفلك .

---

(١) د. أحمد سليم سعيدان : هندسة إقليدس ، ص : ١٩ .

(٢) انظر :

ـ د. عبد الحليم منتصر : تاريخ العلم ، ص : ٤٤ .

ـ السيروليم وودثورب تارن : الحضارة الهلنستية ، ترجمة : عبد العزيز توفيق جاويد ، راجعة : زكى على . مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٦٦م . ص : ٣١٨ .

_ charles singer,: Ashort History of scientific Ideas To 1900,Oxford. 1968, P:63

(٣) انظر :

ـ أوليرى : علوم اليونان ، ص : ٣٧ .

ـ د. زكى نجيب محمود : المنطق الوضعى ، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٥٦م . جـ ٢ ، ص : ٩٣ .

٥ ـ كتاب القسمة إصلاح ثابت .

٦ ـ كتاب القانون .

٧ ـ كتاب الثقل والخفة .

ويشير القفطى وابن النديم إلى أن هناك بعض المؤلفات المنحولة التى نسبت خطأ لإقليدس ، وهى[1] :

١ ـ كتاب النغم ويعرف بالموسيقى .

٢ ـ كتاب التركيب .

٣ ـ كتاب الفوائد .

٤ ـ كتاب التحليل .

إسهامات إقليدس العلمية :

إذا نظرنا لنتعرف على الوجه المشرق من تاريخ الإسكندرية العلمى ، وجدنا إقليدس عملاقاً شامخاً ، استطاع أن يبهر العقول بما قدمه من أفكار جدية فى مجال العلوم المختلفة . تلك الافكار التى أثمرت ثمرات عظيمة خطت بالتراث العلمى السكندرى خطوات واسعة . فلاشك أن إقليدس قد أدى دوراً ثقافياً هاماً فى المحيط السكندرى ، فى فترة هامة من فترات تاريخ مدينة الإسكندرية .

وقد كان إقليدس يعتقد مثل أفلاطون وأرشميدس بضرورة الانتهال من

---

(١) انظر :

ـ القفطى : إخبار العلماء ، ص : ٤٨ .

ـ ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٢٥ .

المعرفة من أجلها هى ذاتها[1] ، وليس من أجل شىء آخر . فلم يكن إقليدس يبحث عن الشهرة والمال وإنما كان يطلب المعرفة الحقة فى مختلف العلوم . ولذلك تعددت جوانب هذه الشخصية العلمية المرموقة ، وتنوعت اتجاهاتها ما بين الرياضيات والفلك والبصريات والميكانيكا والموسيقى .

أما القيمة العلمية الحقيقية لإقليدس ، فهى تنحصر فى المنهج الذى اتبعه فى كتابه " الأصول " فى استعراض النظريات المبعثرة المتناثرة المعروفة عند الفيثاغوريين السابقين ، وذلك بتنظيمها أو تنسيقها فى نسق علمى موحد محكم الحلقات[2] ، بحيث يتوقف فيه برهان كل نظرية لاحقة على نظريات أخرى سابقة عليها سبق برهانها فى داخل بناء منطقى يجمع كل النظريات المتفرقة ، ويستند إلى "أصول " محددة قليلة ووثيقة تبقى خارج البرهان[3] . وبهذا تمكن إقليدس من إقامة البنيان الرياضى للهندسة والحساب بثلاث عشرة مقالة تجاوزت كثيراً حدود الهندسة الحيادية[4] .

ولايمكن فهم إقليدس أو العمل الذى أنجزه فى كتاب " الأصول " إلا فى

---

(1) قارن : الحضارة الهلنستية ، ص : ٣١٨ .

(2) انظر :

Farrington. B., : Greek science, penguin books, New York, 1944, P: 45.

(3) انظر :

ـ محمد ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، دار النهضة العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٦٩م . ص:٤٠، ٤١ .

ـ أولوى : علوم اليونان ، ص : ٣٧ .

وقارن :

Meschkowsk. H., : Evolutition of Mathematical Thought, translated by j.H. Gayl,Holden- pay. Inc. san Francisco, 1965. P: 6.

(4) د. أحمد سليم سعيدان : هندسة إقليدس ، ص : ٢٢ .

ضوء تعاليم أرسطو فـي التحليـلات الثانيـة(١) . فلقدكـان إقليـدس أرسـطياً فـي منهجه ، أي في إعطاء الصورة القياسية لبراهينه الهندسية(٢) . وانطلاقاً من هـذه المنهجية بيّن أرسطو في تحليلاته أن كل نظرية يقينية أو برهانية ، إنما تقـوم على قبول عدد قليل من المقدمات أو المبـادئ تبـدأ منهـا البرهنـة علـى كـل القضايـا القابلة للبرهان ، بينما تبقى تلك المقدمـات خـارج البرهـان وغـير قابلـة لـه فـي نطاق العلم القائم عليها(٣) .

ومن الطبيعي أن يحتاج النسق الإقليدى لمثل هـذه المقدمـات ، ولـذا وجدنـا إقليـدس ينـص فـي مقدمـة كتابـه " الأصـول " علـي انـه " **قـد جـرت العـادة**

---

(١) د. ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص:٤٦ ..

وقارن :

- أرسطو : التحليلات الثانية ، ترجمة: أبو بشر متى بن يونس ، تحقيـق: د.عبـد الرحمـن بـدوى، ضمـن كتـاب "منطـق أرسـطو" ، دار الكتـب المصريـة، القـاهرة، ١٩٤٩م. جـ٢، ص: ٣٣٥-٣٤٢ .

(٢) انظر :

- د. نجيب بلدى : تمهيد لتاريخ مدرسة الإسكندرية وفلسفتها ، ص : ٣٩ .
- د. محمد عبد الرحمن مرحبا : المرجع فـي تـاريخ العلـوم عنـد العـرب ، منشـورات دار الفيحاء ، ١٩٧٨م.ص: ١١٩.
- د. أحمد سليم سعيدان : مقدمة لتـاريخ الفكـر العلمـي فـي الإسـلام ، (سلسـلة عـالم المعرفة) ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت، ١٩٨٨م . ص: ٦٤،٦٨،٦٩ .

وقارن :

Boyer.C.B., : The history of the calculus and its conceptual development, Dover publications, Inc, 1959. P:1.

Burtt.E.A., : Metaphysical Faundations of Modern physical science. london. 1964. P: 31.

(٣) د. ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص: ٤٦ .

بتصديرها بذكر حدود وأصول موضوعة وعلوم متعارفة يحتاج إليها في بيان الأشكال "[1] . وبذلك اقام إقليدس نسقه الاستنباطي على النحو التالي[2] :

١ ـ التعريفات أو الحدود :

يقدم إقليدس في كتابه حوالي (٢٣) تعريفاً أو شرحاً للحدود ، منها على سبيل المثال :

ـ النقطة مالاجزء له .

ـ الخط طول لاعرض وينتهي بالنقطة .

ـ المستقيم هو الذي يكون وضعه على أن تتقابل أي نقطٍ تفرض عليه بعضها لبعض .

٢ ـ المسلمات أو المصادرات :

وهنا يقدم إقليدس مجموعة من المسلمات أو المصادرات في صورة قضايا نفترضها ونستخدم فيها الحدود السابقة ، ومن هذه المصادرات :

ـ لنا أن نصل خطاً مستقيماً بين نقطتين .

ـ وأن نخرج خطاً مستقيماً محدوداً على الاستقامة .

ـ الزوايا القائمة متساوية جميعاً .

---

(١) إقليدس : أصول الهندسة ، تحرير : نصير الدين الطوسي ، مخطوط دار الكتب برقم ١٠٧ رياضة ـ طلعت (ميكروفيلم رقم ٥١٢٣٩) ، ص: ٢ أ .

(٢) المرجع السابق ، ص : ٢أ ـ ٣ب . وانظر :

ـ د. ثابت الفندي : فلسفة الرياضة ، ص: ٤٦، ٤٧ .

ـ د. محمد محمد علي قاسم : نظريات المنطق الرمزي ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية، ١٩٩١م . ص: ١٢٥-١٢٧.

ـ د. أحمد سليم سعيدان : هندسة إقليدس ، ص : ١٦، ١٧ .

ـ كل خطين مستقيمين وقع عليهما خط مستقيم ، وكانت الزاويتان الداخلتان فى إحدى الجهتين أصغر من قائمتين ، فإنهما يلتقيان فى تلك الجهة إن أخرجا . (نص المصادرة الخامسة) .

٣ ـ الأصول الموضوعة أو العلوم المتعارفة :

وهى المعارف المقبولة عامة " أى البديهية ، وقد قبل إقليدس (٢٨) قضية من هذا النوع ، منها :

ـ الأشياء المساوية لشىء بعينه متساوية .

ـ الكل أعظم من جزئه .

وتظهرنا هذه الأنواع الثلاثة من المقدمات ـ أو المبادئ أو الأصول ـ على كيفية البرهنة على عدد كبير من القضايا المبرهنة ، أى المشتقة بالبرهان ، وهى إمّا نظريات أو ملحقات أو تمارين مشهورة .

ويشير إقليدس إلى طريقة منهجية جديدة فى عرض قضاياه النظرية والعملية على السواء بإعطاء منطوق عام ، كقوله : " زاويتا القاعدة فى المثلث المتساوى الساقين متساويتان " . ثم يعقب ذلك بقانون خاص يتمثل بشكل محدد بحروف أبجدية ، ونص يبين أن الشكل يطابق ما فى القانون العام ، ويبين بوضوح المعطيات والمطلوب إثباته ، أو عمله ؛ وبعد ذلك يأتى ـ إذا لزم الأمر ـ بعمل هندسى يساعد على تحقيق المطلوب ، ثم برهان مستند إلى قضايا ثبت استنتاجها من المصادرات . فإذا تم البرهان ، يأتى نص يبين أن المنطوق العام قد تحقق ، ويعقب ذلك عبارة : وهذا هو المطلوب إثباته ، أو وهذا هو المطلوب عمله[١] .

---

(١) انظر :

ـ د. أحمد سليم سعيدان : هندسة إقليدس ، ص : ١٨ .

وهنا نعجب كيف اهتدى إقليدس فى كتابه " الأصول " إلى الطريقة التركيبية، بحيث يذكر الحل دون أن يبين كيف وصل إليه . وهذا عكس الطريقة التحليلية التى نجده استعملها فى كتب أخرى ، حيث يحدد المطلوب، ثم يفترض أنه قد تحقق ، فيستنتج من ذلك نتائج متتالية يتبين له فى النهاية كيفية تحقيق المطلوب ؛ فيرتد رجوعاً إلى الطريقة التركيبية . وعلى الرغم من ذلك ، فإن إقليدس فى بعض براهينه فى كتاب الأصول يلجأ إلى الطريقة التحليلية ، إذ يفترض نقيض المنطوق ، فيحصل من ذلك على خلف أو محال[1] .

من أجل ذلك ، فالقيمة العلمية الحقيقية لإقليدس تعود إلى أنه استناداً إلى تحليلات أرسطو الثانية استطاع أن يبنى نسقاً استنباطياً واحداً لكل النظريات المبعثرة التى خلفها السابقون تستنبط فى داخله النظريات اللاحقة مما سبقها فى الترتيب . ويستند الاستنباط برمته إلى قبول عدد محدود من الأصول[2] . لذا، سوف يظل بناء الهندسة فى صورة نسق استنباطى يرتبط إلى الأبد باسم إقليدس[3] .

وعلى أية حال ، فإن النسق الاستنباطى عند كل من أرسطو وإقليدس ، إنما

- د. ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص : ٤٧ ، ٤٨ .

(١) د. أحمد سليم سعيدان : هندسة إقليدس ، ص: ١٨، ١٩ .

(٢) انظر :

- د ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص: ٤٨ .

- هانز ريشنباخ : نشأة الفلسفة العلمية ، ترجمة : د. فؤاد زكريا ، دار الكاتب العربى ، القاهرة ، ١٩٦٨م . ص: ١١٧.

(٣) ريشنباخ : الفلسفة العلمية ، ص : ١١٧ .

وانظر :

Cajori, Florien: History of Mathematics, New york, 1919, P:326- 328.

يقوم على استخلاص مقدمات أو قضايا أولية أهمها الأصول الموضوعة والمسلمات أو المصادرات . ولافارق بين النوعين إلا فى درجة الوضوح والبداهة لدى المتعلمّ : فالأولى أوضح بينما يعاند العقل فى قبول الثانية ويتقبله متسامحاً فحسب . فإذا أغفلنا هذا الفارق النفسى أو التعليمى ، فإن تلك القضايا الأولية تعد مطابقة للواقع ومعبرة عنه ، أى تعتبر فى ذاتها " حقيقية". فالحقيقة هي فى المطابقة التامة مع الخارج أو العالم الواقعى . وهذا هو موقف أرسطو وإقليدس المشترك(١) .

ولقد تحدث المناطقة المعاصرون عن تصور النسق الاستنباطى عند كل من أرسطو وإقليدس بقصد تمييزه عن تصور المحدثين ، فأثبتوا ضرورة وصفه بأنه "نسق يقينى استنباطى " . وذلك لأن المقدمات أو المبادئ التى يستند إليها النسق " يقينية " حسب تصور القدماء ، أى مطابقة للواقع الخارجى ؛ وبالتالى تكون القضايا المشتقة منها بالبرهان (النظريات) يقينية أيضاً(٢) . وانطلاقاً من ذلك ، اعتبر كانط أن الهندسة الإقليدية هى الهندسة الوحيدة الممكنة ، ومن ثم وضع نظريته فى المكان والزمان متسقة ونسق إقليدس(٣) .

---

(١) د. ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص: ٤٨ .

(٢) المرجع السابق ، ص : ٤٩ .

(٣) انظر :

ـ د. محمود زيدان : كنط وفلسفته النظرية ، مكتبة التونى ، الإسكندرية ، ١٩٨٣م . ص : ١٠٩-١١٢ .

ـ د. زكريا إبراهيم : كانت أو الفلسفة النقدية ، مكتبة مصر ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، ١٩٧٢م .ص:٧٣ .

ـ إميل بوترو : فلسفة كانط ، ترجمة : د. عثمان أمين ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٢م. ص:٣٧.

وأما كتاب " **المعطيات فى الهندسة** " فهو تتمة لكتاب الأصول ، ولكن بشكل أكثر تحليلاً ؛ كما أنه يعد من الكتب ذات المنحى النظرى . ويتضمن هذا الكتاب (٩٥) شكلاً أو حكماً تبين مدى ما أسهم به إقليدس . والأول منها يقرر بعض الخصائص المتعلقة بالمقادير النسبية ، أو بالتزايد النسبى ، أى تبحث فى خصائص الدالة الخطية الطولية . والأحكام الأخرى ، يغلب فيها الطابع الهندسى ، وهى تبحث فى الأشكال المتشابهة ؛ كما تبحث فى تطبيق السطوح ، أى فى حل المعادلات من الدرجة الثانية ؛ وتبحث فى الدائرة[١] .

وقد قدم لنا إقليدس فى كتابه " **البصريات** " عدة نظريات فلسفية أكثر مما هى علمية حول الضوء وحول الرؤية ، حيث يرى أن العين ترسل أشعة بصرية تنتشر بخطوط مستقيمة وبسرعة كبيرة. ولذلك يرى إقليدس أن الأشعة البصرية التى تخرج من العين لاتشكل مخروطاً مستمراً ولكنها تفصل بعضها عن بعض . وهذا يتيح تفسير حدة البصر أو القدرة الانفصالية . والشىء لايمكن أن يُرى بصورة كاملة بنظرة واحدة ، بل فقط بعد أن تغشاه النظرة . وكل الأشعة البصرية لها السرعة[٢] نفسها .

وانطلاقاً من هذه البدهيات الأساسية التى ترتبط بالتراث الأفلاطونى ، هناك نتائج رياضية يمكن استخلاصها عند إقليدس عندما يوضح لنا كيفية الحكم على ضخامة شئ ما ، استناداً للزاوية البصرية التى نراه من خلالها[٣] . كما يتناول فى هذا الكتاب أيضاً المرايا ويضع لها قوانين الانعكاس ، وهو فى هذا

---

(١) تاتون : تاريخ العلوم العام ، م١ ، ص : ٣٢٤ ، ٣٢٥ .

(٢) المرجع السابق ، ص: ٣٤٨ .

(٣) المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

إنما يقدم عرضاً قيماً في الفيزياء الرياضية كان فريداً في نوعه لفترة طويلة[1] .

وهكذا نرى كيف ترك إقليدس للتراث الإنسانى آثـاراً طيبـة ، تمثلـت فيمـا أفاد به البشرية من علم دونته بعده ؛ وماترك من مؤلفات فريدة فى موضوعها ، كان لها أعظم الأثر فى تشكيل الفكر العلمى ، فيما بعد عبر العصور الوسطى ـ خاصةً العالم الإسلامى ـ وحتى العصر الحديث والمعاصر.

(1) د. مرحبا : المرجع فى تاريخ العلوم ، ص : ١٢٠ .

الفصل الثانى

إقليدس فى العالم الإسلامى

لم تحدد لنا المصادر التاريخية الكيفية التى انتقل بها التراث الإغريقى من مدينة الإسكندرية إلى العالم الإسلامى . والثابت لديهم أنه بعد انهيار مدرسة الإسكندرية انتقل التراث الإغريقى إلى جنوب إيطاليا وبيزنطة(١) ؛ ثم انتقل بعد ذلك إلى بغداد قلب الأمة الإسلامية عن طريق أنطاكية وحران(٢) .

والواقع أن معظم الدارسين يتفقون على أن المسلمين قد عرفوا شذرات من التراث الإغريقى السكندرى فى القرن الأول الهجرى أيام الخلافة الأموية(٣) .

---

(١) لقد كان البيزنطيون يقيمون ستاراً شديداً حول منابع التراث اليونانى المحفوظة لديهم حتى لايظفر المسلمون بهذه الكنوز المحفوظة فى خزائنهم . إلا أن المسلمين بذلوا كل مافى وسعهم لجلب هذا التراث المحفوظ فى بيزنطة ؛ وكانوا يدفعون فى سبيله مثاقيل من الذهب. (فرانتز روزنتال : مناهج العلماء المسلمين فى البحث العلمى ، ترجمة : د. أنيس فريحة ، مراجعة : د.وليد عرفات ، دار الثقافة ، الطبعة الرابعة ، بيروت ، ١٩٨٣م. ص: ١٩٩) .

(٢) انظر :

ـ ماكس مايرهوف : من الإسكندرية إلى بغداد ، ضمن كتاب التراث اليونانى فى الحضارة الإسلامية ، للدكتور عبد الرحمن بدوى ، وكالة المطبوعات ، دار القلم ، الطبعة الرابعة ، الكويت ، بيروت ، ١٩٨٠م . ص: ٣٧-١٠٠.

ـ ياقوت الحموى : معجم البلدان ، دار صادر ، بيروت ، (بدون تاريخ) ؛ جـ١ ، ص: ٢٦٦-٢٧٠ .

ـ د. على سامى النشار : نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام ، دار المعارف . الطبعة الثامنة ، القاهرة، ١٩٨٠م . جـ٣ ، ص: ٣٣٨ ، ٣٣٩ .

(٣) انظر :

ـ د. عبد الله الدفاع : إسهام علماء العرب والمسلمين فى الكيمياء ، مؤسسة الرسالة ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٥م. ص: ٨٣-١٠٠ .

ـ د. محمد عبد الرحمن مرحبا : الجامع فى تاريخ العلوم عند العرب ، منشورات عويدات والبحر المتوسط ، الطبعة الثانية ، ١٩٨٨م . بيروت ـ باريس . ص: ٢١٣ ، ٢١٤ .

إلا أن معرفة المسلمين الكاملة بهذا التراث كانت فى خلافة العباسيين (١٣٣-٦٥٦هـ) ، وبخاصة كبار خلفائهم الثلاثة : المنصور (١٣٦-١٥٨هـ = ٧٥٤-٧٧٥م) ؛ والرشيد (١٧٠-١٩٣ هـ = ٧٨٩-٨٠٩م)؛ والمأمون (١٩٨-٢١٨هـ = ٨١٣-٨٣٣ م) .

ويكفى أن نقول : إن فترة حكم العباسيين تمثل عصراً برّاقاً مليئاً بالازدهار، تميّز فيه الحكام برعايتهم العظيمة للعلم والمعرفة . وبفيض فضلهم وتحت تأثير تشجيعهم أسهم العلماء إسهاماً عظيماً على طريق تقدم حضارة العالم . ولذلك، فإنه فى عهد بنى العباس ازدهرت الحركة الفلسفية والعلمية الكبرى ، وشقت طريقها إلى " العصر الذهبى للإسلام "[1] .

وعلى أية حال ، يتفق غالبية الباحثين[2] على أن حركة الترجمة فى العالم

ـ دى لاسى أوليرى : الفكر العربى ومكانه فى التاريخ ، ترجمة : د. تمام حسان ؛ مراجعة : د. محمد مصطفى حلمى ، المؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والطباعة والنشر . القاهرة ، ١٩٦١م . ص: ٩٧ .

ـ ف . بارتولد : تاريخ الحضارة الإسلامية ، ترجمة : حمزة طاهر ، دار المعارف ، الطبعة الخامسة، (بدون تاريخ) ، القاهرة. ص: ٧١ .

ـ د. ناجى معروف : أصالة الحضارة العربية ، دار الثقافة ، الطبعة الثالثة ، بيروت ، ١٩٧٥م . ص : ٤٣٣ .

ـ ابن النديم : الفهرست ، ص: ٤١٩ .

(١) انظر :

ـ د. عبد الله الدفاع : إسهام علماء المسلمين فى الرياضيات ، ترجمة : د. جلال شوقى ، دار الشروق ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨١م . ص: ٢٥ .

ـ د. محمد البهى : الجانب الإلهى من التفكير الإسلامى ، مكتبة وهبة ، الطبعة السادسة، القاهرة ، ١٩٨٢م . ص : ١٦٥ .

(٢) انظر :

ـ د. محمد على أبو ريان : تاريخ الفكر الفلسفى فى الإسلام ، دار المعرفة الجامعية ، =

الإسلامى ، بدأت فى بداية العصر العباسى . وقد مرت الترجمة فى هذا العصر بثلاثة أدوار : الأول ، من خلافة المنصور إلى وفاة الرشيد (١٣٦-١٩٨هـ = ٧٥٤-٨١٣م) ؛ والثانى ، من ولاية المأمون حتى موت حبيش بن الأعسم (١٩٨-٣٠٠هـ = ٨١٣-٩١٥م ؛ والثالث ، من سنة ٣٠٠هـ = ٩١٥م إلى سنة ٣٥٠هـ = ٩٦٥م .

ومهما قيل عن حركة الترجمة وأثرها فى مسيرة الحضارة الإسلامية ، فإنها كانت بمثابة المقدمة المعرفية للنهوض الثقافى فى هذه الحضارة . ومن ثَمَّتَ أصبحت علوم اليونان فى الرياضيات والفلك والطب والجغرافيا والطبيعة والفلسفة .. وغيرها ممهدة أمام طلاب العلم والعلماء العرب والمسلمين ، مترجمة إلى اللغة العربية ، ومليئة بالحواشى والتحقيقات والملاحظات والنقد . وكان من نتاج ذلك أن برز علماء عرب ومسلمون طوروا العلوم درساً وشرحاً وتحقيقاً وتعليقاً . وبذلك مهدت الترجمة الطريق إلى التأليف والأبحاث العلمية .

انتقال مؤلفات إقليدس إلى العالم الإسلامى :

تحت تأثير انتقال التراث العلمى الإغريقى من الإسكندرية إلى بغداد ، امتد تأثير إقليدس إلى العالم الإسلامى من خلال مؤلفاته التى شملت الرياضيات

= الطبعة الرابعة ، الإسكندرية ، ١٩٨٠م . ص : ٨٩-١٠٤ .

- د. توفيق الطويل : فى تراثنا العربى الإسلامى ، (عالم المعرفة) ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٨٥م . ص: ١٢٦-١٣٠ .

- دافيد سانتلانا : المذاهب اليونانية الفلسفية فى العالم الإسلامى ، تحقيق : د. جلال شرف ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٨١م . ص: ١٥٤-١٦٩ .

والفلك والبصريات والميكانيكا والموسيقى . وقد اهتم العالم الإسلامى بدراسة هذه المؤلفات دراسة شاملة وافية ، حيث تشعبت هذه الدراسة إلى عدة اتجاهات على النحو التالى :

الاتجاه الأول : ينحصر فى نقل المؤلفات الإقليدية إلى العربية ، ثم تعديلها وتحريرها من أخطاء النسّاخ .

الاتجاه الثانى : وهو يمثل شرح مؤلفات إقليدس والتعليق عليها ، ثم إزالة ما يثار حول موضوعاتها من شكوك ؛ بالإضافة إلى دراسة بعض أحكامها بصورة جديدة .

الاتجاه الثالث : وهو تطوير هذه المؤلفات ، إما بتناول قضايا علمية أعقد وأصعب ؛ وإما بالانطلاق منها إلى آفاق علمية جديدة .

ولما كان علينا أن نبين أثر مؤلفات إقليدس فى العالم الإسلامى ، وكيف عوّلوا عليها فى علومهم . وذلك بهدف تقييم محاولة العلماء العرب فى كيفية إحياء وتقويم مؤلفات إقليدس . لذلك سوف نقتصر فى هذا البحث على بيان الاتجاهين الأولين .

الاتجاه الأول :

بدأ المسلمون ترجماتهم لمؤلفات إقليدس ابتداءً بكتاب الأصول ، حيث ترجمه العالم الهندى يعقوب بن طارق[1] لأول مرة إلى اللغة العربية فى عهد

---

(1) إبراهيم المسلم : إطلالة على علوم الأوائل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٩٠م. ص : ١٠٤ .

الخليفة أبي جعفر المنصور(١) . كما قام الحجاج بن يوسف بن مطر (١٦٠-٢٢٠ هـ = ٧٨٦-٨٣٥ م) بترجمته بأمر هارون الرشيد وسمّى هذا النقل بالهاروني . ثم راجع ترجمته الأولى للخليفة المأمون وسمّى النقل الثاني لكتاب الأصول بالمأموني ، وعليه يعوّل لأن هذه الترجمة الثانية هي الترجمة المهذبة(٢) .

وقد راجع الترجمة الثانية للحجاج قسطا بن لوقا البعلبكي (ت ٢٣٩ هـ = ٨٥٤م)(٣) . هذا ولم تشتمل ترجمة الحجاج لأصول إقليدس على المقالة العاشرة

---

(١) وهو يعقوب بن طارق ، من أفاضل المنجمين ؛ وله من الكتب : كتاب تقطيع كردجات الجيب ؛ كتاب ماارتفع من قوس نصف النهار ؛ كتاب الزيج محلول في السند هند لدرجة درجة ؛ كتاب علم الفلك ، كتاب علم الدول (القفطي : إخبار العلماء ، ص : ٢٤٧- ابن النديم : الفهرست ، ص :٣٣٦) .

(٢) انظر :

- مرحبا : الجامع ... ، ص: ٢٢٢ .
- سارتون : تاريخ العلم ، جـ٤ ، ص : ٩٩ .
- الدفاع : إسهام علماء المسلمين في الرياضيات ، ص : ١٠٩ .
- ابن خلدون : المقدمة ، دار القلم ، الطبعة الخامسة ، بيروت ، ١٩٨٤م .ص: ٤٨٦ .
- ألدوميلي : العلم عند العرب وأثره في تطور العلم العالمي ، ترجمة : د. عبد الحليم النجار ، د. محمد يوسف موسى ، مراجعة : د. حسين فوزي . دار القلم، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ١٩٦٢م . ص : ١٦٢ .
- قدري طوقان : تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك ، درا الشروق ، بيروت ، (بدون تاريخ) . ص : ٢١٥ .

(٣) وهو يوناني الأصل ولكنه ولد ونشأ في بعلبك ، فعرف بالبعلبكي . وقد دخل إلى بلاد الروم وحصل من تصانيفهم الكثيرة ، وعاد إلى الشام واستدعى إلى العراق ليترجم الكتب . وكان البعلبكي معاصراً للكندي (المتوفى ٢٥٥هـ) ، وثابت بن قرة (المتوفى ٢٨٨هـ). راجع ترجمته ودوره في حركة النقل فيما يلي : -

التى ترجمها فيما بعد سعيد الدمشقى[1] ؛ وترجم معها شرح بابوس عليها . ولايوجد من ذلك الشرح إلا هذه الترجمة العربية[2] .

وفى عهد الخليفة المأمون تفرغ العالم يحيى بن أبى منصور (ت٢١٨ هـ = ٨٣٣م)[3] للبحث فى علوم الهندسة واستخراجها من الكتب باعتبارها مادة لها علوم مستقلة . وقد شارك تلاميذه أبناء موسى بن شاكر (محمد وأحمد

= ـ القفطى : إخبار العلماء ص : ١٧٣ ، ١٧٤ .
ـ ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٥٣ .
ـ صاعد الأندلسى : طبقات الأمم ، المطبعة الكاثوليكية ، نشرة الأب لويس شيخو اليسوعى، بيروت ، ١٩١٢م. ص:٢٧.
ـ ابن العبرى : تاريخ مختصر الدول : تحقيق : الأب أنطوان صالحانى اليسوعى ، دار الرائد اللبنانى، بيروت ،١٩٨٣م.ص:٢٥٨ .
ـ بروكلمان : تاريخ الأدب العربى ، ترجمة : د. السيد يعقوب بكر ، د. رمضان عبد التواب دار المعارف ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، (بدون تاريخ) ، جـ٤، ص: ٩٧-١٠٣ .
ـ ابن جلجل : طبقات الأطباء والحكماء ، تحقيق : فؤاد سيد ، مؤسسة الرسالة ،الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٥م.ص: ٧٦.
ـ ابن أبى أصيبعة : عيون الأنباء فى طبقات الأطباء ، تحقيق : د. نزار رضا ، مكتبة الحياة ، بيروت ، (بدون تاريخ) . ص:٢٨٠ ، ٣٢٩-٣٣١ .

(١) وهو أبو عثمان سعيد بن يعقوب الدمشقى ؛ أحد النقلة المجودين . كان منقطعاً إلى على بن عيسى ؛ وله من الكتب سوى ما نقل . (ابن النديم : الفهرست ، ص: ٣٥٦) .

(٢) انظر :
ـ الدفاع : إسهام علماء المسلمين فى الرياضيات ، ص : ١٠٩ .
ـ ألدوميلى : العلم عند العرب ، ص : ٢١٢ .
ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص: ٢١٢ .

(٣) انظر ترجمته فى : ابن النديم : الفهرست ، ص: ١٦٦ .

والحسين)[1] فى هذه المهمة ، حيث كونوا فريقاً كبيراً من العلماء والمهتمين بهذه العلوم[2] .

وإلى جانب هؤلاء لمع عديد من الأسماء فى سماء الترجمة ، نذكر منهم من اهتم بمؤلفات إقليدس، على النحو التالى :

أبو يوسف يعقوب الكندى (ت ٢٥٢هـ = ٨٦٧م) :

اهتم الكندى بدراسة علوم الأوائل ، فترجم الكثير من مؤلفات علماء اليونان ؛ فهو أول فيلسوف عربى يهتم بإقليدس ، حيث اهتم بمؤلفاته العلمية فى مجال الهندسة والفلك والبصريات ، وترجم منها : كتاب اختلاف المناظر ، وكتاب ظاهرات الفلك[3]

هلال ابن أبى هلال الحمصى (ت٢٧٠ هـ = ٨٨٣م) :

ترجم المقالات الأربع الأولى من كتاب الأصول لإقليدس[4] .

إسحاق بن حنين (ت٢٩٨هـ = ٩١١م)[5] :

وهو أبو يعقوب إسحق بن حنين ؛ جارى أباه فى الفضل وصحة النقل

---

(١) انظر القفطى : إخبار العلماء ، ص : ٢٨٧ .

(٢) إبراهيم المسلم : إطلالة ، ص: ١٠٤ ، ١٠٥ .

(٣) انظر :

- القفطى : إخبار العلماء ، ص : ٢٤٣ .
- ابن النديم : الفهرست ، ص: ٣١٧ .

(٤) طوقان : تراث العرب العلمى ، ص: ٢١٠ .

(٥) انظر ترجمته ودوره فى حركة النقل فيما يلى :

- ابن النديم : الفهرست ، ص: ٣٥٦ .
- ابن العبرى : تاريخ مختصر الدول ، ص : ٢٥٢ .

من اللغة اليونانية والسريانية ، وزاد على أبيه بإتقان العربية . ولذلك فهو شخصية رئيسة مهمة فى مدرسة حنين بن إسحاق[1] . ومن بين الكتب التى نقلها إسحاق إلى العربية كتاب " الأصول " وكتاب " المعطيات فى الهندسة " لإقليدس[2] .

ثابت بن قرة (٢٨٨هـ = ٩٠٢ م) :

وهو أبو الحسن ثابت بن قرة الحرانى ، ولد بمدينة حران سنة (٢٢١هـ = ٨٤٦م) ؛ انتقل إلى بغداد والتحق بمدرسة أبناء موسى بن شاكر ، حيث كان يقوم بترجمة مؤلفات العلماء الأوائل . وذلك أنه كان يجيد اللغة السريانية

- ــ القفطى : إخبار العلماء ، ص: ٥٧ .
ــ بروكلمان : تاريخ الأدب العربى ، جـ٤ ، ص : ١١٥-١١٧ .

(١) انظر ترجمته ودوره فى حركة النقل فيما يلى :
ــ ابن جلجل : طبقات الأطباء ، ص : ٦٨-٧٢ .
ــ الطويل : تراثنا العربى ، ص : ١٢٦-١٣٠ .
ــ د. ماهر عبد القادر : حنين ابن إسحق ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٨٧م ، ص : ٣٣-٣٧ .
ــ د. محمد غلاب : المعرفة عند مفكرى المسلمين ، راجعه : عباس العقاد ، د. زكى نجيب محمود، الدار المصرية للتأليف والترجمة ، القاهرة ، (بدون تاريخ) . ص : ١٥٦-١٥٨ .

(٢) انظر :
ــ مرحبا : الجامع ، ص: ٢٢٦ .
ــ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص: ٢١٢ .
ــ د. ماهر عبد القادر : مقدمة فى تاريخ الطب ، دار العلوم العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٨م . ص : ٣٠ .

واليونانية والعبرية[1] . وقد ساهم ثابت مساهمة فعالة في علوم الهندسة حتى لقب " بمهندس العرب "[2] . ولهذا فإن ثابت لم يترك شيئاً من مؤلفات إقليدس إلا وترجمه وأضاف إليه معلومات جديدة[3] .

وقد نقح ثابت بن قرة تنقيحاً دقيقاً ترجمة أصول إقليدس لإسحاق بن حنين ؛ وهى أهم الترجمات العربية وأكثرها فائدة لأصول إقليدس ؛ ويمكن الاستعانة بها فى بعض المواضع على إصلاح النص الغامض أحياناً فى الأصل اليونانى[4] . كما أصلح الترجمة العربية التى قام بها إسحاق أيضاً لـ " كتاب المعطيات فى الهندسة " لإقليدس[5] .

ويمكن القول : إن هذه الجهود الإسلامية حول نقل مؤلفات إقليدس إلى العربية وتعديلها وتحريرها من أخطاء النسّاخ ، قد انحصرت فى القرن السابع الهجرى فيما قام به نصير الدين الطوسى من تحريرات أحيا بها هذه المؤلفات مرة أخرى ؛ كما سوف نذكر .

الاتجاه الثانى :

كَتَبَ العلماء المسلمون شروحات وتعليقات كثيرة على مؤلفات إقليدس ، كما كتبوا مختصرات وتفسيرات لهذه المؤلفات ؛ مما جعلهم على مقدرة فائقة

---

(1) صاعد الأندلسى : طبقات الأمم ، ص : ٣٧ .

(2) إبراهيم السلم : إطلالة ، ص : ٥٥ .

(3) النفاع : العلوم البحتة فى الحضارة العربية والإسلامية ، مؤسسة الرسالة ، الطبعة الرابعة ، بيروت ، ١٩٨٧م . ص: ١٧٨ .

(4) انظر :

ــ ألدوميلى : العلم عند العرب ، ص: ١٦٤ .

ــ مرحبا : الجامع ، ص : ٢٢٨ .

(5) طوقان : تراث العرب العلمى ، ص . ١٩٧

فى نقد محتوياتها وتمحيصها . وبالتالى استطاعوا إزالة مايثار حول موضوعاتها أو براهينها أو تعريفاتها من شكوك . ولذلك سوف تنقسم دراستنا فى هذا الاتجاه إلى قسمين ، الأول : يشمل تلك الشروحات والتعليقات والمختصرات والتفسيرات لمؤلفات إقليدس ؛ والثانى : يشمل تلك المحاولات الإسلامية لإثبات المصادرة الخامسة .

القسم الأول :

ابن راهويه الأرجانى (ت ٢٣٨هـ = ٨٥٤ م)[١]

له تفسير المقالة العاشرة من كتاب الأصول لإقليدس .

قسطا البعلبكى (ت ٢٣٩ هـ = ٨٥٤م)[٢]

اهتم بعلوم الهندسة اهتماماً شديداً ، وله فيها : كتاب المدخل إلى علم الهندسة ، وكتاب شكوك كتاب إقليدس ، ورسالة فى استخراج مسائل عددية من المقالة الثالثة من كتاب إقليدس .

الكندى (ت ٢٥٢هـ = ٨٦٧ م) :

لقد حدد الكندى بشكل علمى جديد الهندسة بوصفها علماً مستقلاً ، كما علق تعليقاً واضحاً على كتاب " أغراض كتاب إقليدس "[٣] . ويذكر كل

---

(١) انظر :

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ٢١٠ .

ـ حكمت نجيب عبد الرحمن : دراسات فى تاريخ العلوم عند العرب ، منشورات جامعة الموصل ، (بدون تاريخ) ، دمشق . ص: ١٥٦ .

(٢) طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ٢٠٩ .

(٣) انظر :

ـ إبراهيم السلم : إطلالة ، ص : ١١٠ ، ١١١ .

من القفطى وابن النديم وابن أبى أصيبعة ، أن الكندى له مؤلفات كثيرة فى الهندسة والفلك والبصريات، منها : كتاب إقليدس؛ وكتاب إصلاح إقليدس؛ وكتاب فى إصلاح المقالة الرابعة عشر والخامسة عشر من كتاب إقليدس ؛ وكتاب فى إصلاح مناظر المرآة[1] .

أحمد ابن عمر الكرابيسى[2] :

وهو من أفاضل المهندسين وعلماء العدد ، كان حياً فى القرن الثالث الهجرى ؛ وله كتاب شرح إقليدس ، وكتاب تفسير إقليدس .

ثابت بن قرة (ت ٢٨٨ هـ = ٩٠٢م) :

ينسب لثابت أنه شرح وعلق على الكثير من مؤلفات إقليدس ، منها : كتاب فى أشكال إقليدس ؛ وكتاب المدخل إلى إقليدس ؛ وكتاب المختصر فى الهندسة ؛ وشرح وتعليق على كتاب الأصول لإقليدس ؛ ورسالة عن أصول الهندسة لإقليدس ؛ وكتاب شرح المعطيات فى الهندسة لإقليدس ؛ ورسالة فى

- الدفاع : العلوم البحتة ، ص : ٧٤ ، ٧٥ .
- سارتون : تاريخ العلم ، جـ٤ ، ص: ٩٩ .

(١) انظر :

- إبراهيم المسلم : إطلالة ، ص: ١١٠ ، ١١١ .
- الدفاع : العلوم البحتة ، ص : ٧٤ ، ٧٥ .
- سارتون : تاريخ العلم ، جـ ٤ ، ص : ٩٩ .

(٢) انظر :

- القفطى : إخبار العلماء ، ص: ٢٤٣ .
- ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣١٧ .
- ابن أبى أصيبعة : طبقات الأطباء ، ص : ٢٨٩ - ٢٩٣ .

كتاب المناظر لإقليدس[1] .

محمد الماهانى :

وهو محمد عيسى أبو عبد الله الماهانى الذى ظهر فى بغداد فى القرن الثالث الهجرى ؛ وينسب له شروح على الكتاب الخامس والعاشر من كتاب الأصول لإقليدس[2] .

أبو العباس النيريزى (ت ٣١٠ هـ = ٩٢٢ م) :

وهو أبو العباس ، الفضل بن حاتم النيريزى ، أصله من نيريز قرب شيراز ، إلا أنه عاش فى بغداد. وقد ظهر فى أيام المعتضد بالله (٢٧٩ - ٢٨٩ هـ) ، وتوفى سنة ٣١٠هـ . وهو فلكى ينسب له شرح لكتاب بطلميوس ، وكتب فلكية وأزياج ، وكتاب للمعتضد فى أحداث الجو . وقد فقدت هذه الكتب وبقى له :

١ ـ رسالة قصيرة بورقتين فى بيان المصادرة المشهورة .

٢ ـ كتاب شرح الأصول لإقليدس[3] .

---

(١) انظر :

ـ إبراهيم المسلم : إطلالة ، ص : ٥٤-٦١ ، ١١٠ ، ١١١ .

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ١٩٧ .

ـ الدفاع : إسهام العلماء المسلمين فى الرياضيات ، ص : ١٠٥ ، ١٠٧ .

(٢) طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ١٧٧ .

(٣) انظر :

ـ سعيدان : هندسة إقليدس ، ص: ٢٩ ، ٣٠ .

ـ القفطى : إخبار العلماء ، ص : ١٦٨ .

وقد اعتمد النيريزى فى هذا الشرح على ترجمة الحجاج بن يوسف اعتماداً كلياً . ويحتوى هذا الشرح على الأجزاء الستة من أصول إقليدس ، وهو يتألف معظمه من إضافات عن رياضيين لم تصلنا عنهم أية نصوص[1] . وقد نشر هذا الشرح لأول مرة فى[2] :

Codex Leidensis 399,I.Euclidis Elmenta exinterprelatione al- Hadschd-schadschiicum commentariis al- Nairizzi, Arabice et latine ediderunt R.A. Resthorn, J.L.Heiberg, G.Junge, J.Raeder, W. thomson, copenhagen 1893, 1900, 1905, 1910 , 1932 .

وقد ترجم شرح النيريزى إلى اللاتينية فى القرن الثانى عشر الميلادى ، بقلم جيرارد الكريمونى . وقام بنشرها كورتزه فى ليبزج عام ١٨٩٩م فى صورة ملحق لكتاب إقليدس . وهذه الترجمة كانت موضوع اهتمام الباحثين الغربيين، لأن النيريزى يقتبس فيها عبارات من كتب مفقودة لهيرون وسنبليقيوس وأجانيس . وقد أصبح الآن الحصول على هذه الترجمة متعذراً إن لم يكن مستحيلاً[3] .

- ــ ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٣٧ ، ٣٣٨ .

(1) أنظر :

ــ ألدوميلى : العلم عند العرب ، ص : ١٦٢ .

ــ سعيدان : هندسة إقليدس ، ص : ٢٨ .

ــ طوقان . تراث العرب العلمى ، ص : ٢٣٨ .

ــ حكمت نجيب : دراسات فى تاريخ العلوم ، ص: ١٥٧ .

(2) ألدوميلى : العلم عند العرب ، ص : ١٦٢ .

(3) انظر :

ــ سعيدان : هندسة إقليدس ، ص: ٣٠ .

ــ ألدوميلى : العلم عند العرب ، ص: ١٦٢ .

أبو بكر زكريا الرازى (ت ٣٢٠هـ = ٩٣٢م) :

استطاع الرازى أن ينقض أشكالاً من كتاب إقليدس فى المناظر ، وذلك ضمن كتابه فى كيفية الإبصار . كما ألف فى الهندسة كتاب " الرد على مستقل بفصول الهندسة "(١) .

أحمد العمرانى الموصلى (ت ٣٤٤هـ = ٩٥٥م) :

وهو على بن أحمد العمرانى الموصلى ؛ اهتم بدراسة أعمال إقليدس خاصة كتابه أصول الهندسة(٢) . يقول ابن النديم : " رأيت المقالة العاشرة من كتاب إقليدس بالموصل فى خزانة على بن أحمد العمرانى ، وأحد غلمانه أبو الصقر القبيصى . وقد كان فاضلاً جمّاعة للكتب ، ويقصده الناس من المواضع البعيدة للقراءة عليه "(٣) .

أبو جعفر الخازن (ت بين ٣٥٠هـ ، ٣٦١هـ = ٩٦١ ، ٩٧١م) :

له شرح للمقالة العاشرة من كتاب الأصول لإقليدس(٤) ؛ وهذا الشرح

---

(١) انظر :

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص: ٢٢٢ .

ـ القفطى : إخبار العلماء ، ص : ١٧٩ .

ـ ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٥٧ .

(٢) انظر :

ـ إبراهيم المسلم : إطلالة ، ص : ٦٩، ٧٠، ١١١ .

ـ القفطى : إخبار العلماء ، ص : ١٥٦ .

(٣) ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٢٥، ٣٤١ .

(٤) انظر :

ـ القفطى : إخبار العلماء ، ص : ٢٥٩ .

ـ ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٤١ .

موجود فى إحدى مكتبات الآستانة[1] .

أبو سهل الكوهى[2] :

له كتاب الأصول على نحو كتاب إقليدس .

أبو القاسم الأنطاكى[3] :

له كتاب شرح المشكل من كتاب إقليدس .

ابن وهب[4] :

له كتاب شرح المشكل من كتاب إقليدس فى النسبة .

ـ ألدوميلى : العلم عند العرب ، ص : ٢١٢ .

ـ حكمت نجيب : دراسات فى تاريخ العلوم ، ص: ١٦٠ .

(١) طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ٢٤٠ .

(٢) انظر :

ـ ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٤١ .

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص: ٢٥١ .

(٣) انظر :

ـ القفطى : إخبار العلماء ، ص: ١٥٧ .

ـ ابن النديم : الفهرست ، ص : ٣٤٢ .

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ٢٥٥ .

ـ إبراهيم المسلم : إطلالة ، ص : ٧٠، ٧١، ١١٢ .

(٤) انظر :

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ٢٦٢ .

ـ حكمت نجيب : دراسات فى تاريخ العلوم ، ص : ١٦١ .

القاضي النسوي (ت ٤٢٢هـ = ١٠٣٠م)[1] :

له كتاب عن " تجريد إقليدس " .

أبو القاسم بن السمح المهرى (ت ٤٢٦ هـ = ١٠٣٤م)[2] :

له كتاب المدخل إلى الهندسة فى تفسير كتاب إقليدس .

ابن سينا (ت ٤٢٨هـ = ١٠٣٦م)[3] :

له كتاب مختصر إقليدس .

ابن الهيثم (ت ٤٣٠هـ = ١٠٣٩م) :

يعد ابن الهيثم واحداً من أبرز علماء الرياضيات، وواحداً من أعظم الباحثين فى علم الضوء فى كل العصور . وقد كتب ابن الهيثم تعليقات وشروحات على أعمال إقليدس؛ كما حاول إزالة بعض الشكوك على مصادرات إقليدس . وترجع شهرته إلى كتابه فى الضوء ، ذلك الكتاب الذى نقد فيه كُلاًّ من إقليدس وبطلميوس فى كتابيهما عن الضوء[4] . وقد ألف ابن الهيثم الكثير من المؤلفات فى مختلف المجالات ، إلا أننا سوف نذكر منها ما

---

(١) طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ٢٩٣ .

(٢) انظر :

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص: ٣٣٦ .

ـ حكمت نجيب : دراسات فى تاريخ العلوم ، ص : ١٦٣ .

(٣) انظر :

ـ الدفاع : العلوم البحتة ، ص : ١٣٧ .

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ٣٣٣ .

ـ حكمت نجيب : دراسات فى تاريخ العلوم ، ص: ١٦٢ .

(٤) الدفاع : إسهام العلماء المسلمين فى الرياضيات ، ص : ٩٢ .

يخص الهندسة والبصريات فقط ، وذلك على النحو التالى:

أ ــ مؤلفاته فى الهندسة[1] :

١ ــ كتاب شرح أصول إقليدس فى الهندسة والعدد .

٢ ــ كتاب المختصر فى علم هندسة إقليدس .

٣ ــ كتاب مسألة هندسية شرح قانون إقليدس .

٤ ــ كتاب فى تحليل المسائل الهندسية : وهو مستخرج من مؤلفات إقليدس وأبولونيوس .

٥ ــ كتاب حل الشك حول إقليدس بالنسبة للمقالة الخامسة .

٦ ــ كتاب حل الشك حول إقليدس بالنسبة للمقالة الثانية عشرة .

٧ ــ كتاب فى قسمة المقدارين المختلفين المذكورين فى الشكل الأول فى المقالة العاشرة من كتاب إقليدس ، (نظرية الاستنفاذ أو إفناء الفرق).

٨ ــ كتاب فى شرح مصادرات كتاب إقليدس .

ب ــ مؤلفاته فى البصريات[2] :

١ ــ كتاب لخص فيه علم المناظر من كتابى إقليدس وبطلميوس وتممه بمعانى المقالة الأولى المفقودة من كتاب بطلميوس .

٢ ــ مقالة فى المرايا المحرقة مفردة عما ذكره من ذلك فى تلخيص كتابى

---

(١) انظر :

ــ إبراهيم المسلم : إطلالة ، ص : ٧١ – ٧٨ ، ١١٤ ، ١١٥ .

ــ الدفاع : إسهام العلماء المسلمين فى الرياضيات ، ص : ١٠٥ .

(٢) ابن الهيثم : كتاب المناظر ، تحقيق : د. عبد الحميد صبرة ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٨٣م . (مقدمة المحقق) ، ص : ٣٢ .

إقليدس وبطلميوس فى المناظر .

٣ ـ مقالة فى جوهر البصر وكيفية وقوع الإبصار به .

٤ ـ مقالة فى ضوء القمر .

٥ ـ مقالة فى قوس قزح والهالة .

٦ ـ مقالة فى رؤية الكواكب .

٧ ـ مقالة فى المرايا المحرقة بالدوائر .

٨ ـ مقالة فى المرايا المحرقة بالقطوع .

٩ ـ مقالة فى المناظر على طريقة بطلميوس .

١٠ـ مقالة فى كيفية الأظلال .

١١ـ مقالة فى أضواء الكواكب .

١٢ـ مقالة فى الأثر الذى فى القمر .

١٣ـ مقالة فى الضوء .

١٤ـ مقالة فى الكرة المحرقة .

١٥ـ مقالة فى صورة الكسوف .

تلك هى قائمة مؤلفات ابن الهيثم فى البصريات ، بالإضافة إلى كتابه "المناظر " الذى يحتوى على دراسة لخصائص الضوء فى أحواله الثلاث (الإشراق على الاستقامة والانعكاس والانعطاف) دراسة قائمة على الاختبار التجريبى واستخدام المناهج الرياضية فى تفسير الظواهر الطبيعية . وفى هذا الكتاب أيضاً جاء ابن الهيثم بنظرية جديدة فى الإبصار غير ما جاء به السابقون عليه من الرياضيين (مثل إقليدس وبطلميوس) أو الفلاسفة (مثل أرسطو) أو الأطباء

(مثل جالينوس) ؛ وهى نظرية سيكولوجية الإدراك الحسى[1]

وقد ظل هذا الكتاب العميق الغنى طيلة أكثر من قرنين مغفلاً لم يدرسه أحد دراسة أصيلة حقاً ؛ حتى جاء نصير الدين الطوسى ، فى القرن السابع الهجرى فأحيا الاهتمام بمسائل البصريات فى العالم الإسلامى ؛ بأنْ شرح كتاب ابن الهيثم وحرر كتاب إقليدس .

أبو حاتم الأسفزارى (ت ٤٨٠هـ = ١٠٨٧م) :

وهو أبو حاتم المظفر بن إسماعيل الأسفزارى ، نشأ فى مدينة اسفزار من نواحى سجستان من جهة هرات ، وتوفى نحو ٤٨٠هـ . كان من طبيعىّ المسلمين ؛ ومن الذين اشتغلوا مع الخيّام بالعلوم الرياضية . وقد اختصر الأسفزارى هندسة إقليدس بكتاب سماه : " اختصار لأصول إقليدس "[2] .

ابن الصلاح (ت نيف و ٥٤٠ هـ = ١١٤٥م) :

وهو نجم الدين أبو الفتوح أحمد بن محمد السرى ، يعرف بابن الصلاح . أصله من همذان سكن فى بغداد ، وتوفى فى دمشق سنة نيف و ٥٤٠هـ . وقد ألف كتاباً بعنوان " المقالات السبع " يحتوى على سبع مقالات من بينها ثلاث مقالات تخص هندسة إقليدس ، وهى :

المقالة الثالثة : وهى جواب فى برهان مسألة مضافة إلى المقالة السابعة من كتاب

---

(١) انظر :

ـ تاتون : تاريخ العلوم العام ، م١ ، ص : ٤٩٣ ، ٤٩٤ .

ـ ابن الهيثم : كتاب المناظر ،(مقدمة المحقق) ، ص : ٨، ٩ .

(٢) انظر :

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص : ٣٥٨ .

ـ حكمت نجيب دراسات فى تاريخ العلوم ، ص ١٦٣

إقليدس في الأصول.

المقالة الرابعة : في الرد على ابن الهيثم فيما وهم فيه من شكوك إقليدس .

المقالة الخامسة : في كشف الشبهة عن الشكل الرابع عشر من المقالة الثانية عشره من كتاب إقليدس في الأصول .

شمس الدين السمرقندي (ت ٦٠٠ هـ = ١٢٠٣م) :

وهو شمس الدين محمد بن أشرف السمرقندي ، المتوفى حوالى سنة ٦٠٠هـ . ألف في الهندسة كتاباً بعنوان : " اشكال التأسيس في الهندسة "، وهو خمسة وثلاثون شكلاً من كتاب إقليدس . وقد شرحه العلامة موسى بن محمد المعروف (بقاضي زادة الرومي) سنة ٨١٥هـ = ١٤١٢م بسمر قند ، وهو شرح ممزوج لطيف وعليه تعليقات ؛ منها حاشية تلميذه أبي الفتح محمد بن سعيد الحسيني المعروف (بتاج السعيدي) ، وهي شرح مفيد . وحاشية أخرى لفصيح الدين محمد ، علقها سنة ٨٧٩ هـ = ١٤٧٤م للأمير علي شير الوزير ، وعلى أوائله تعليق لقاضي زادة أيضاً[1] .

نجم الدين ابن اللبودي (ت ٦٧٠ هـ = ١٢٧١م) :

وهو نجم الدين أبو زكريا يحيى بن محمد بن عبدان بن عبد الواحد ، ويعرف بالصاحب ابن اللبودي . ولد في حلب سنة ٦٠٧هـ = ١٢١٠م ؛ تنقل بين حمص ومصر والإسكندرية ؛ وتوفي سنة ٦٧٠هـ = ١٢٧١م . وله من مؤلفات هندسية ما يلي : كتاب مختصر كتاب إقليدس ؛ وكتاب مختصر مصادرات إقليدس[2] .

---

(١) حكمت نجيب : دراسات في تاريخ العلوم ، ص : ١٦٣ .

(٢) انظر

- طوقان : تراث العرب العلمي ، ص : ٤٠٣ .

القسم الثانى :

لقد شغلت مسلّمة إقليدس حول المتوازيات تفكير علماء الرياضيات منذ عام ٣٠٠ق.م وحتى أواخر القرن التاسع عشر الميلادى . فقد حاول علماء الإغريق الرياضيين البرهنة على هذه المسلّمة دون جدوى ؛ ثم جاء العلماء العرب والمسلمون وتابعوا البحث فى هذه المسلّمة ، حيث ساهموا بجهود جبارة أدت ـ بعد ذلك ـ فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلادى إلى ظهور الهندسات اللاإقليدية . وقبل استعراض هذه الجهود لابد من الإشارة إلى ذات المسلّمة عند إقليدس .

يشير إقليدس إلى نظرية المتوازيات فى مواضع متفرقة من كتاب الأصول ، وذلك على النحو التالى[1] :

١ ـ تعريف الخطوط المتوازية ، وهو التعريف الثالث والعشرون من المقالة الأولى لكتاب الأصول :

" المتوازية من الخطوط هى المستقيمة الكائنة فى سطح مستو، لاتتلاقى وإنْ أخرجت فى جهاتها إلى غير النهاية"[2].

وهنا نلاحظ أن إقليدس قدّم تعريفات لثلاثة وعشرين من

ـ حكمت نجيب : دراسات فى تاريخ العلوم ، ص : ١٦٣ .

(١) لقد استعنت فى ملاحظاتى على نصوص إقليدس بما أبداه الدكتور أحمد سليم سعيدان فى كتابه عن هندسة إقليدس فى أيدٍ عربية من ملاحظات قيمة على مدى اقتناعه ، بأن إقليدس نفسه كان يشعر بما تنطوى عليه المصادرة الخامسة من شكوك . (انظر : سعيدان : هندسة إقليدس ، ص: ٦٨ ، ٦٩) .

(٢) إقليدس : أصول الهندسة ، ص : ٣ أ .

المفاهيـــم الهندسية، جعل آخرها تعريف الخطين المستقيمين المتوازيين .

٢ ـ المصادرة الخامسة لإقليدس :

" كل خطين مستقيمين وقع عليهما خـط مستقيم ، وكـانت الزاويتان الداخلتان فى إحدى الجهتين أصغر مـن قـائمتين ، فإنهما يلتقيان فى تلك الجهة إن أخرجا "(١) .

وهنا نلاحظ أيضاً ، أن إقليدس قـدَّم بعـد ذلـك خمـس مصـادرات ، جعـل آخرها المصادرة التى نبحث عنها ؛ فجعل التقاء الخطين فيها رهناً بقيمة مجمـوع الزاويتين الداخلتين .

٣ ـ الشكل السابع والعشرون من المقالة الأولى للأصول :

" كل خطـين وقـع عليهمـا خـط ، وكـانت المتبادلتـان مـن الزاويا الحادثة متساويتين ، فهما متوازيان "(٢) .

٤ ـ الشكل الثامن والعشرون من المقالة الأولى للأصول :

" كل خطين وقع عليهما خط ، وكانت الخارجة من الزوايا الحادثة مساوية لمقابلتها الداخلة ، أو كـانت الداخلتـان فـى جهة معادلتين لقائمتين ، فهما متوازيان"(٣) .

ويمكن القول : إن إقليدس يأخذ فى استنتاج نظرياته الهندسية ، واحدة بعـد الأخرى ، متعمداً على مايبدو تأجيل الخوض فى فكرة التوازى كليةً ، حتـى أتم

---

(١) المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

(٢) المرجع السابق ، ص : ١٢ب

(٣) المرجع السابق ، ص : ١٢ب ، ١٣أ .

٢٦ نظرية . ثم يطرح لنا إقليدس الشكل ٢٧ والشكل ٢٨ ، وهما نظريتان فى التوازى يبرهن عليهما إقليدس ، استناداً إلى تعريفه للتوازى ؛ ويعتمد فى ذلك على نظرية من النظريات السابقة ، لا على المصادرة الخامسة . ومن ثم ، فإن نظريات إقليدس الثمانية والعشرون ليس فيها أى اعتماد على مصادرة التوازى .

٥ ـ الشكل التاسع والعشرون من المقالة الأولى للأصول :

" إذا وقع خط على خطين متوازيين ، فالمتبادلتان من الزوايا الحادثة متساويتان . وكذلك الخارجة ومقابلتها الداخلة ؛ والداخلتان من جهة معادلتان لقائمتين "[١] .

وفى هذه النظرية يلجأ إقليدس إلى المصادرة الخامسة لاقامة البرهنة عليها ، وهى عكس نظريتى ٢٧، ٢٨ ؛ وقد برهن عليها بطريقة الخلف .

ونتناول الآن جهود الرياضيين الإسلاميين الذين حاولوا إثبات هذه المصادرة أو استبدال مصادرة أخرى بها تكون أكثر بياناً وظهوراً ؛ وذلك على النحو التالى :

العباس ابن سعيد الجوهرى :

وهو معاصر للخوارزمى ، أصله من فاراب . وأوّل كتاب وضعه فى الهندسة هو " تفسير إقليدس " ، ثم كتاب " إصلاح كتاب الأصول " فى الأشكال التى زادها فى المقالة الأولى من إقليدس .

وقد اقترح الجوهرى برهاناً لمسلّمة إقليدس عن التوازى[٢] ، ارتكز فيه على فرضية ضمنية معادلة للبديهية التى يجب إثباتها . وهى : " **إذا وقع خط**

---

(١) المرجع السابق ، ص : ١٧ أ .

(٢) انظر برهان الجوهرى فى :

مستقيم على خطين مستقيمين ، كانت الزوايا الحادثة الداخلية متساوية ؛ فإن الحال يكون كذلك عندما يُقْطَع هذان الخطان بخط ثالث مطلق ".

وبين الجوهرى فى أثناء تحليله إمكان إخراج خط يمر بنقطة مفروضة بين ضلعى زاوية ويقطع ضلعى الزاوية ؛ وبعبارة أخرى إمكان رسم مثلث وبالتالى إثبات وجوده . وقد استعمل هذا الشكل فيما بعد الرياضى الفرنسى لوجاندر فى أوائل القرن التاسع عشر ، كمصادرة أسس عليها نظريته فى الخطوط المتوازية [1] .

ونلاحظ هنا أيضاً أن الجوهرى الذى أراد إثبات مصادرة إقليدس لاستعمالها فى إثبات الشكل التاسع والعشرين ، فكان من الطبيعى أن يصل إلى نظرية تقوم فيها المثلثات بدور له خطره ؛ إذ أن مصادرة إقليدس لو صحت ، أى إذا تلاقى الخطان ، فإن الشكل الذى ينتج حينئذ يكون مثلثاً . وفيما عدا هذا ، فإن مصادرة إقليدس ليست إلا عكس الشكل السابع عشر من الأصول الذى مؤداه : **" أن مجموع زاويتين فى أى مثلث أقل من قائمتين "**[2] .

– الطوسى : الرسالة الشافية عن الشك فى الخطوط المتوازية ، دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى، حيدر آباد الدكن ، ١٣٥٩هـ.ص : ١٧-٢٦ .

(١) انظر :

– تاتون : تاريخ العلوم العام ، م١ ، ص: ٤٧٩ ، ٤٨٠ .

– موريس شربل : الرياضيات فى الحضارة الإسلامية ، جروس برس ، الطبعة الأولى ، طرابلس – لبنان ، ١٩٨٨م . ص : ١٧٧ .

(٢) د. خليل جاويش : نظرية المتوازيات فى الهندسة الإسلامية ، (نصوص جمعها وحققها) ، المؤسسة الوطنية للترجمة والتحقيق والدراسات ، تونس ، ١٩٨٨م . ص:١٤.

ثابت بن قرة (ت ٢٨٨هـ = ٩٠٠م) :

تناول ثابت المسلّمة الإقليدية من خلال كتابين ، هما ، الأول " **مقالة فى برهان المصادرة المشهورة** " ، والثانى : " **فى أن الخطّين المستقيمين إذا خرجا على أقل من زاويتين قائمتين ، التقيا فى جهة خروجهما** " .

وقد عرف ثابت فى مقالته الأولى الخطوط المتوازية ، بأنها خطوط لاتقترب ولاتبتعد بعضها عن بعض ويأتى بمصادرة ، هى : " **أنه إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين ، وكان هذان الخطان المستقيمان يتقاربان فى إحدى جهتيهما ، فإنهما يتباعدان فى جهتهما الأخرى ؛ وإن تقاربهما من جهة التقارب وتباعدهما من جهة التباعد يزيد بينهما** " . ويتمكن ثابت ، بعد أن عرّف المتوازيات بهذه الطريقة وأتى بهذه المصادرة ، من أن يقيم البرهان على الشكل التاسع والعشرين من الأصول[1] .

أما فى مقالته الثانية ، فقد أتى ثابت بمفهوم للمتوازيات يرجع فى الواقع إلى الرياضى اليونانى جيمينوس ، وهو **أن الخطوط المتوازية هى خطوط تكون الأبعاد بينها أبدا متساوية** . وهذا المفهوم للمتوازيات هو فى الواقع مكافئ لمصادرة إقليدس الخامسة . وقد أتى ثابت بطريقة جديدة لرسم المتوازيات مبنية على : **أن النقطة المتحركة التى ترسم خطاً مستقيماً ، إذا سارت فى اتجاه ذلك تحدث بحركتها خطوط مستقيمة** . وهذه الطريقة بداية مفهوم الحركة المنتظمة التى تنتمى إلى العلوم الميكانيكية[2] .

---

(١) المرجع السابق ، ص : ١٢ ، ١٣ .

(٢) انظر :

- حاويش : نظرية المتوازيات ، ص : ١٣ .
- شربل : الرياضيات فى الحضارة الإسلامية ، ص : ١٧٩ .

وفى محاولة ثابت لإقامة البرهان على المصادرة الخامسة ، أتى لأول مرة فى تاريخ الرياضيات بملاحظة لها غاية الأهمية فى الهندسة . وهى أنه لايمكن نقل شكل على شكل آخر للتحقق من انطباقهما وتساويهما ، دون التأكد أولا من أن صورتيهما لاتتغيران فى عملية النقل(١) .

ابن الهيثم (ت ٤٣٠هـ = ١٠٣٩م) :

تعرض ابن الهيثم لنظرية المتوازيات فى كتابين له : الأول هو " شرح مصادرات إقليدس فى الأصول " ، والثانى " حل شكوك كتاب إقليدس فى الأصول وشرح معانيه " . ففى كتابه الأول وضع طريقة لرسم المتوازيات ، مؤداها : **" أن الخطوط المتوازية ليست الا خطوطاً يكون البعد بينها متساوياً دائماً "** . وهذا التعريف للمتوازيات يغنينا عن استعمال مصادرة إقليدس لأنه مكافئ لها . وفى كتابه الثانى لجأ إلى مصادرة متكافئة مع مصادرة إقليدس ، ولكنه يظنها أكثر ظهوراً وهى: **" أن الخطين المتقاطعين لايوازيان خطاً واحداً(٢)** .

وقد أدخل ابن الهيثم فى نظرته حول المتوازيات مفاهيم حديدة تتناول

---

(١) لابد من الإشارة إلى أن هذا التأكيد على دوام الصورة على حالها ، يثير مشكلة رياضية وطبيعية لم تحل إلا فى أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين . فقد أتى بالحل الرياضى لها الرياضى الألمانى د. هيلبرت فى كتابه : " أسس الهندسة " ، وبالحل الطبيعى العلامة أينشتين فى نظرية النسبية .

(٢) انظر :

ـ حاويش : نظرية المتوازيات ، ص : ١٣.

ـ شربل : الرياضيات فى الحضارة الإسلامية ، ص : ١٧٩.

ـ أحمد سعيد الدمرداش : الحسن بن الهيثم (سلسلة أعلام العرب) ، دار الكاتب العربى، مصر ، ١٩٦٩م . ص: ١٧٠-١٧٣ .

الحركة والحس والتمييز ؛ فقد أدخل مفهوم " الحركة البسيطة " ، أى حركة الانتقال المتجانس على طول خط مستقيم ، لقاطع عمودى . ثم حاول أن يبرهن هذه المسلمة بواسطة المضلع الرباعى الذى يحتوى على ثلاث زوايا قائمة؛ ثم يطرح ثلاثة فروض متعلقة بالزاوية الرابعة ، التى يمكن أن تفترض حادة أو منفرجة أو مستقيمة ؛ وبعد أن يدحض الحالتين الأوليين ، بينّ وجود المستطيل؛ ومن هنا نستنتج بسهولة مصادرة إقليدس . ومثل هذا المضلع الرباعى درسه لامبرت بشكل مختلف فى القرن الثامن عشر (١) .

ويكفى أن نقول : إن ابن الهيثم قد أتى بأول نقد فلسفى لمفهوم اللانهاية ، ونُبذ استعمال هذا المفهوم فى الرياضة لأنه يفوق التخيل البشرى . وبذلك وضع شرطاً لاستعمال الكائنات الرياضية ، وهو أن تكون متناهية . ومن هنا ، يمكن تصورها وتصور تغيراتها فى المخيلة . بالإضافة إلى أن مذهب ابن الهيثم فى فلسفة الرياضيات ، هو المذهب الحدسى . فهو يعتمد فى تعريفاته وشروحه ليس فقط على الحس ، بل أيضاً على الحدس بالمعنى الذى نجده عند كانط(٢) .

عمر الخيام (ت ٥٢٥هـ = ١١٣١م) :

ركز عمر الخيام على دراسة هندسة إقليدس التى شرحها وعلق عليها علماء الرياضيات المسلمون . كما أولى ما قدمه الحسن بن الهيثم حول المسلمة الخامسة الإقليدية عناية خاصة . وقد ألف الخيام فى ذلك مايلى :

---

(١) انظر :

ـ تاتون : تاريخ العلوم العام ، م١ ، ص : ٤٨٠ .

ـ شربل : الرياضيات فى الحضارة الإسلامية ، ص : ١٨٠ .

ـ الدفاع : إسهام العلماء المسلمين فى الرياضيات ، ص : ١٠٥، ١٠٦ .

(٢) حاويش : نظرية المتوازيات ، ص : ١٦ .

١ ــ رسالة فى شرح ما أشكل من مصادرة كتاب إقليدس .

٢ ــ رسالة تحتوى على بحث عن فرضية المتوازيات الإقليدية .

٣ ــ رسالة عن المصادرة الخامسة من مصادرات إقليدس(١) .

وقد استخدم الخيام فى كتابه " شرح ما أشكل من كتاب إقليدس " مصادرة متكافئة مع مصادرة إقليدس ، وهى : " **أن الخطين المتقاطعين يتباعدان ، وأن الخطين المتقاربين يتقاطعان** "(٢) . وفى الشكل الثالث يثبت أنه إذا كانت كل واحدة من الزاويتين فى مستطيل ذى أربعة أضلاع مساوية لقائمة ، فإن الزاويتين الباقيتين تساوى كل منهما أيضاً زاوية قائمة . ولإثبات ذلك يفرض الخيام أولا أن هاتين الزاويتين حادتان ، ويقيم الدليل على أن ذلك مستحيل . ثم يفرض أنهما منفرجتان ، ويثبت أن ذلك أيضا مستحيل ؛ فلا يبقى إلا أن تكونا قائمتين(٣) .

وهنا لابد من الإشارة إلى أن هذه الفروض الثلاثة ــ الزاويتان حادتان ، منفرجتان ، قائمتان ــ وهى تؤدى دوراً هاماً فى الهندسات اللاأقليدية أسندها

---

(١) انظر :

ــ الدفاع : العلوم البحتة ، ص : ٢٢٤ ، ٢٣١ .

ــ إبراهيم المسلم : إطلالة ، ص : ١١٦ ، ١١٧ .

(٢) انظر :

ــ تاتون : تاريخ العلوم العام ، م١ ، ص : ٤٨٠ .

ــ حاويش : نظرية المتوازيات ، ص : ١٣ .

ــ سعيدان : هندسة إقليدس ، ص : ٧٠ ــ ٧٣ .

(٣) انظر :

ــ الدفاع : العلوم البحتة ، ص : ٢٢٤-٢٢٦ .

ــ تاتون : تاريخ العلوم العام ، م١ ، ص : ٤٨٠ .

ــ شربل : الرياضيات فى الحضارة الإسلامية ، ص : ١٨٠ ، ١٨١ .

مؤرخو الرياضيات الغربيون إلى ساكيرى ؛ مع أن أول من استعملها فى الواقع هو عمر الخيام[١] .

ويعد الخيام فى محاولته للبرهنة على مسلمة إقليدس أقرب ما يكون من الشلكيين ؛ فقد حاول أن يأتى بعدد من القضايا الأساسية التى لايمكن للرياضى الاستغناء عنها فى براهينه ، والتى يجب إضافتها إلى المصادرات التى أتى بها إقليدس فى بداية كتاب الأصول . وقد ميز الخيام بين ما يتعلق بالفلسفة وما يتعلق بالرياضيات ، وبين القضايا التى يجب على الفيلسوف إثباتها . وتستند بعض انتقاداته لابن الهيثم على مفاهيم فلسفية محضة ؛ فهو ينقد مثلاً استعماله الحركة فى الهندسة ؛ لأن الحركة من خصائص الكائنات الطبيعية لامن خصائص الكائنات الرياضية المجردة . كما ميز الخيام بين " برهان إنّ " وبرهان لِمَ " ، فبرهان " إنّ " هو الذى نبرهن به على وجود الشىء ، ومثل ذلك البرهان على وجود الخط أو الزاوية أو المثلث . و " برهان لِمَ " هو الذى نبرهن به على سبب وجود الشىء أو سبب خواصه . و إلى هذا النوع الثانى من البراهين تنتمى جميع براهين الرياضيات . والأكثر من ذلك أنه أتى بمعيار منطقى هام للتمييز بين مختلف القضايا ، وهو العلاقة بين محمول قضية معينة ومضمونها. فإذا كانت هذه العلاقة مباشرة ويمكن تصورها بأدنى تأمل ، فالقضية أولية ولاتحتاج إلى برهان .. وإذا كانت هذه العلاقة غير مباشرة ، فالقضية غير أولية وتفتقر إلى برهان[٢] .

---

(١) انظر :

ـ حاويش : نظرية المتوازيات ، ص : ١٥ .

ـ شربل : الرياضيات فى الحضارة الإسلامية ، ص :١٨١ .

(٢) حاويش : نظرية المتوازيات ، ص: ١٦ ، ١٧ .

هذه هى المحاولات التى بذلها الرياضيون فى العالم الإسلامى ، لحل مشكلة المصادرة الخامسة لإقليدس . تلك الجهود التى مثلت أمام العلامة "نصير الدين الطوسى "، حيث استطاع من خلالها أن يقدم الحلول لهذه المصادرة فى مؤلفاته؛ كما سوف نذكر .

الفصـل الثـالث

دور نصير الدين الطوسى

فـى

إحياء وتقويم مؤلفات إقليدس العلمية

إن القيمة الحقيقية لنصير الدين الطوسى تأتى من مكانته العلمية المتميزة فى مجال العلوم ؛ إلى جانب دوره العظيم فى تحرير التراث العلمى اليونانى وتقويمه، والمحافظة عليه والعناية به ؛ ذلك الدور الذى كان له أثره الفعال فى معرفة الحضارة الغربية بالتراث اليونانى .

وقد استعان الطوسى بالترجمات العربية للمؤلفات اليونانية فى تحرير النصوص اليونانية ـ وخاصة فى الرياضيات والفلك والبصريات . وذلك لأن معظم الكتب التى ألفها علماء الإغريق ترجمت إلى العربية مرة واحدة ، وكانت هذه الترجمات تراجع وتصلح وتنقح على فترات مختلفة عبر العصور[1].

يقول جوان فيرنيه : " وهنا نعجب كيف أعاد نصير الدين الطوسى فى القرن السابع الهجرى ـ الثالث عشر الميلادى تحرير كتاب " الفلك الصغير"[2]، الذى يسميه العرب " كتاب المتوسطات بين الهندسة والهيئة " ؛ مع أن الأصل الأول لهذا الكتاب كان قد وضعه قسطا بن لوقا البعلبكى (ت٢٣٩هـ = ٨٥٤م)[3] .

---

(1) جوان فيرنيه : مقال فى الرياضيات والفلك والبصريات ، (ضمن كتاب تراث الإسلام ـ القسم الثالث) ، ص ١٦١ .

(2) وهو مجموعة رسائل فلكية قام بها عدد من العلماء القدامى مثل : أوتولوكوس، وأريستارخوس، وإقليدس ، وأبوللونيوس ، وأرشميدس ، وهوبسكليس ،ومينلاوس، وبطلميوس . وقد نقلت هذه الرسائل ، ثم نسخت فى قراطيس ، وتولى فيما بعد ترجمتها قسطا بن لوقا البعلبكى الذى عاش فى النصف الثانى من القرن التاسع الميلادى ـ الرابع الهجرى . وعلى هذا ساعد قسطا فى إيجاد نص عربى لكتاب " الفلك الصغير " ، وسماه " كتاب المتوسطات بين الهندسة والهيئة " . (جورج سارتون : تاريخ العلم ، جـ٤ ، ص ١٢٠) .

(3) جوان فيرنيه الرياضيات والفلك والبصريات . ص ١٦١ . ١٦٢

أولاً : منهج التحرير النقدى :

إذا نظرنا فى المؤلفات التى حررها الطوسى لنتعرف على المنهج العلمى الذى اتبعه فيها ، لوجدناه " آية فى التدقيق والتحقيق وحل المواضع المشكلة"(١) وذلك بما قدمه من منهج علمى دقيق ينحصر فى " التحرير(٢) الذى لم يلتفت إليه المتقدمون ، بل التفتوا إلى جانب المعنى فقط"(٣) .

وقد كان إبداع الطوسى فى " منهج التحرير " راجعاً إلى ارتكازه على أسلوب يتميز بالدقة المتناهية فى تحديد المعنى ، مما يسهل أخذ المعنى منه . بالإضافة إلى طابع الحذر الشديد فى التحرز عن الإتيان بألفاظ زائدة وكلمات مغلقة تؤدى إلى غموض المعنى واضطراب النصوص(٤) . وبذلك فإن تحرير الطوسى قد امتد إلى تطوير المؤلفات وتحديث مصطلحاتها(٥) . وفى هذا يقول الطوسى : **" إن ذلك فى بعض المواضع لسوء فهم المعانى المقصودة أو طريان وعى عند قصد العبارة عنها بالألفاظ المطابقة "(٦) .**

---

(١) طاش كبرى زادة : مفتاح السعادة ومصباح السيادة فى موضوعات العلوم ، دار الكتب العلمية، الطبعة الأولى، بيروت ، ١٩٨٥م . جـ١، ص: ٢٩٤ .

(٢) تحرير الكتابة : إقامة حروفها وإصلاح السَّقَطِ ، (ابن منظور : لسان العرب ، دار صادر ، بيروت ، جـ٤ ، ص: ١٨٤) ؛ وحرر الكتاب وغيره : أصْلحه وجوَّد خطَّه ؛ (المعجم الوسيط (مجمع اللغة العربية) الطبعة الثالثة ، ١٩٨٥م . جـ ، ص : ١٧١) .

(٣) طاش كبرى : مفتاح السعادة ، جـ ١ ، ص : ٢٩٤ .

(٤) المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

(٥) د. أحمد سليم سعيدان : هندسة إقليدس ، ص : ٧٤ .

(٦) بطلميوس : المجسطى ، تحرير : نصير الدين الطوسى . مخطوط بدار الكتب المصرية برقم ٤٣ هيئة ـ طلعت ، (ميكروفيلم ٥٠٩٨٩) ، الصفحة الأولى

صعوبة قراءة النصوص أو الخط :

لم تكن الكتابة بالخط العربى قديماً مطابقة تماماً لم نعهده الآن ، فقد مر الخط العربى بأطوار عدة حتى أصبح فى صورته الحالية بعد الإضافات التى قام بها العلماء والخطاطون للوصول به إلى الدقة والكمال . ومن أبرز تلك المجهودات إضافة النقط فوق الحروف أو تحتها ، وكذلك التشكيل ووضع القواطع التى تبين بداية الجملة ونهايتها حتى يمكن استيفاء المعنى . وكذلك كانت هناك صعوبات جمة يحدثها النساخ(١) من غير المؤهلين علمياً لذلك العمل، فكان التصحيف والتحريف من الأمور الظاهرة للعيان . وكذلك كان سوء الترجمة وإسقاط فقرات بأكملها من النص ، إما عن جهل بمعناها أو عدم مقدره على ترجمتها ـ من العوائق التى تقف حيال الحصول على معنى دقيق ومستوفى للنص المترجم . ومن ثم كانت الصعاب بمثابة عقبة كئود فى سبيل الوصول إلى تفاسير حقيقية أو مطابقة للنص الأصلى .

وقد أدرك الطوسى ذلك فى تحريره والذى يتضمن تحريه للحقيقة والدقة وتحليله النقدى الوافى، وعبر عنه بقوله : " **لم يقع إلىّ من الكتاب غير**

---

(١) لمعرفة أخطاء النساخ التى ينبغى الالتفات إليها يراجع :

ـ برجشتراسر : أصول نقد النصوص ونشر الكتب ، (مجموعة محاضرات ألقيت بجامعة فاروق الأول ، سنة ١٩٣١م-١٩٣٢م) ، أعده وقدم له : د. محمد حمدى البكرى ، القاهرة ، ١٩٦٩م. ص: ٧٤ ومابعدها .

ـ عبد السلام هارون : تحقيق النصوص ونشرها ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، ١٩٦٥م . ص: ٦٠ وما بعدها .

ـ جلال الدين السيوطى : المزهر فى علوم اللغة وأنواعها ، تحقيق : محمد أبو الفضل إبراهيم، محمد أحمد جاد المولى ، على محمد البجاوى . الطبعة الثالثة ، القاهرة ، جـ١ ، ص: ٨٧ ومابعدها .

نسخة فى غاية السقم أكثرها مـن التصحيـف والتحريـف ، بحيث لم يكـن يمكن الوقوف على شيء منه إلاّ بجهد كثير ، وشرح له للتبريزى سـقيم أيضـاً جداً "(١) .

وبهذا كانت هذه المشكلة ظاهرة أمام أعين المفكرين والعلماء العرب قديماً، كما لفتت الأنظار حديثاً(٢) . ولعلها كانت السبب الأساسى فى إعـادة العديـد من الترجمات أكثر من مرة .

المقابلة بين النسخ :

يقوم منهج التحرير عند الطوسى علـى تقيـيم وتقديـر النسـخ الخطيـة للنـص الواحد ، لدراستها واختيار الأفضل من بينها للمقابلـة واستخراج النـص المراد تحريره . وفى هذا يقول الطوسى :

> **" فلما وصلت إلى كتاب مانالاوس فى الأشكال الكريـة ، وجدت له نسخاً كثيرة غير محصلة المسائل ، وإصلاحات لها مخبطة : كإصلاح الماهانى وأبى الفضـل أحمـد بـن أبـى سعد الهروى وغيرهمـا ، بعضهـا غـير تـام وبعضهـا غـير صحيح . فبقيت متحيراً فى إيضاح بعض مسائل الكتـاب إلى أن عثرت على إصلاح الأمـير أبـى نصـر منصـور بـن عراق رحمة الله عليه ، فاتضح لى منه ماكنت متوقعاً فيه؛**

---

(١) إقليدس : ظاهرات الفلك ، تحرير :نصير الدين الطوسى ، مخطـوط معهـد المخطوطـات العربيـة بالقاهرة ، برقم ٢٢ فلك. ص: ١٢٠أ.

(٢) انظر : روزنتال : مناهج العلماء المسلمين فى البحث العلمى ، ص: ٦٦ .

فحررت الكتاب بقدر استطاعتي "[1] .

وهذا يعني ، أن الطوسي يستخدم الطريقة الصحيحة في التثبت من صحة أي نص ؛ وهذه الطريقة هي طريقة المقابلة بين مخطوطات النص الواحد مقابلة نقدية دقيقة ، مثلما هو قائم الآن في أصول التحقيق العلمي الحديث .

ولايمكن للمقابلة بين مختلف مخطوطات النص الواحد ، أن تكون دقيقة إلا بعد فهم النص فهماً تاماً[2] . والفهم هنا ينحصر في معرفة المادة التي يبحث فيها النص ؛ بالإضافة إلى معرفة اللغة والأسلوب معرفة تامة[3] .وهذا يؤكد أن الطوسي كان يبذل جهداً كبيراً في فهم هذه المؤلفات ، وإعمال ملكة النقد فيها .

النقد الحدسي :

لقد بذل الطوسي جهداً كبيراً في فهم علوم القدماء ، ومعرفة كتاباتهم معرفة تامة ؛ واستطاع تحليل كل النظريات والأفكار العلمية التي تحتوي عليها هذه الكتابات ؛ مما جعل أمر تمحيصها والتوصل إلى تنقيحها وإصلاحها بصورة مؤكدة أمراً يسيراً عليه . والدليل على ذلك ما يقوله الطوسي في مقدمة تحريره لكتاب " ظاهرات الفلك " لإقليدس : " **فأكثرت النظر فيهما وحررت ماتراءى لي من الكتاب على ما تصورته "[4] .**

وبهذا أعمل الطوسي تفكيره النقدي مستعينا بحدسه العقلي أو تمثله

---

(1) مانلاوس : الأشكال الكرية ، تحرير: نصير الدين الطوسي . مخطوط دار الكتب برقم ٥ ، ضمن مجموعة برقم ٧٠٤ رياضة . (ميكروفيلم رقم ٣١٥١٩) ، ص : ٨٩أ .

(2) برجشتراسر : أصول نقد النصوص ، ص: ٩٥ .

(3) المرجع السابق ، ص : ٥٠ .

(4) إقليدس : ظاهرات الفلك ، ص: ١٢٠أ .

وتصوره للموضوع فى كل الكتابات التى قام بتحريرها ، فظهرت بصورة دقيقة جداً . وفى هذا يقول الطوسى فى مقدمة تحريره لكتاب " الكرة والأسطوانة " لأرشميدس :

" إنى كنت فى طلب الوقوف على بعض المسائل المذكورة فى كتاب " الكرة والأسطوانة " لأرشميدس زماناً طويلاً ، لكثرة الاحتياج إليه فى المطالب الشريفة الهندسية ؛ إلى أن وقعت إلىّ النسخة المشهورة من الكتاب التى أصلحها ثابت بن قرة ، وهى التى سقط عنها بعض المصادرات لقصور فهم ناقله الى العربية عن إدراكه وعجزه بسبب ذلك عن النقل ؛ فطالعتها وكان الدفتر سقيماً لجهل ناسخه ، فسددته بقدر الإمكان وجهدت فى تحقيق المسائل المذكورة فيه ، إلى أن انتهيت إلى المقالة الثانية ؛ وعثرت على ماأهمله أرشميدس من المقدمات مع بناء بعض مطالبه عليه . فتحيرت فيه وزاد حرصى على تحصيله ، فظفرت بدفتر عتيق فيه شرح أوطوقيوس للعسقلانى لمشكلات هذا الكتاب ، الذى نقله إسحق بن حنين إلى العربية نقلاً على بصيرة . وكان فى ذلك الدفتر أيضاً متن الكتاب من صدره إلى آخر الشكل الرابع عشر من المقالة الأولى أيضاً من نقل إسحق؛ وكان ما يذكره أوطوقيوس فى أثناء شرحه من متن الكتاب مطابقاً لتلك النسخة ؛ فوجدت من ذلك الدفتر ما كنت أطلبه ، ورأيت أن أحرر الكتاب على

الترتيب ، وألخص معانيه ، وأبيّن مصادراته التى إنما تتبين بالأصول الهندسية . وأورد المقدمات المحتاج إليها فيه، وأذكر شرح ما أشكل منه مما أورده الشارح أوطوقيوس، أو استفدته من سائر كتب أهل هذه الصناعة ؛ وأميز بين ما هو متن الكتاب وبين ماليس منه بالإشارة إلى ذلك"[1].

ولعله يتبين من هذا النص الأسس التى يقوم عليها منهج الطوسى فى "التحرير " كما يلى :

١ ـ عدم التوانى فى طلب ما يحتاجه لإكمال علمه مهما لاقى فى ذلك من عنت ومشقة وطول بحث ، حتى تكتمل بين يديه الأصول أو المصادر اللازمة للبحث .

٢ ـ إلمامه بقصور فهم النقلة وجهل النساخ بمقصود النص .

٣ ـ الاجتهاد فى تسديد وإكمال مايشوب النص من نقص وعيوب ،مع تحقيق مسائله والوقوف على مدى دقتها .

٤ ـ عدم الوقوع فى أسر النص أو الاقتصار على ما أورده المؤلف اكتفاءً بعلو مكانته والخضوع له ؛ بل كان يثق بنفسه ويكمل مالم يلتفت إليه المؤلف الأصلى ، أو الزيادة عليه من قريحته الخاصة .

٥ ـ الحصول على نسخ أخرى أو شروح يستقى منها النص الأصلى مع تمييزه عن الشرح ، والقيام بمطابقة (مقابلة) النصوص ، أو مايعرف الآن

---

(١) أرشميدس : الكرة والأسطوانة ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى ، حيدر آباد الدكن ، ١٣٥٩هـ . جـ٢ ، ص : ٣،٢ .

بالتحقيق النقدى للحصول على نص كامل .

٦ ـ إعادة صياغة النص بحسب الترتيب أو المنهج الذى يرى فيه الطوسى اكتمال المعنى ، وهو ما ينم عن فهمه الكامل لأصول البحث العلمى .

٧ ـ استيفاء المقدمات والبراهين التى لم ترد على خلد المؤلف الأصلى ، أو لم يتمكن من استيفائها فى حينه .

٨ ـ بيان ما غمض على الشراح السابقين من أمور ، ومحاولة إيضاحه بالاستعانة بأصول فرع العلم الذى ينتمى إليه النص .

ثانياً : تطبيق منهج التحرير النقدى على مؤلفات إقليدس العلمية :

تبين لنا كيف أقام الطوسى أصول منهجه العلمى فى التحرير ، ذلك المنهج الذى مكنه من إحياء التراث العلمى الإغريقى . ولما كان بحثنا هذا يهدف إلى بيان تطبيق هذا المنهج على مؤلفات إقليدس العلمية ، فإننا سوف نتناول هذه المؤلفات مرتبة حسب الأهمية ؛ مع الإشارة إلى النسخ المخطوطة المعروفة لنا من كل مؤلف . وقد وضعنا نموذجاً لصور المخطوطات التى حصلنا عليها فى نهاية الحديث عن كل مؤلف لإقليدس .

١ ــ تحرير أصول الهندسة[1] :

تعد النصوص العربية التى حررها الطوسى لكتاب الأصول لإقليدس،

(١) تنسب معظم المصادر التاريخية هذا الكتاب للطوسى ، راجع فى هذا مايلى :

ــ طاش كبرى زادة : مفتاح السعادة ، جـ١ ، ص : ٣٤٨ .

ــ الخوانسارى : روضات الجنات فى أحوال العلماء والسادات ، تحقيق : أسد الله إسماعيليان ، مكتبة إسماعيليان ، قم، (بدون تاريخ)، جـ٦ ، ص:٣٠٣ .

ــ الزركلى : الأعلام ، الطبعة الثانية ، جـ٧ ، ص: ٢٥٧ .

من أهم التحريرات لهذا الكتاب وأبعدها أثراً فى تاريخ الفكر الرياضى . وفى هذا يقول د. عبد الحميد صبرة : " لاشك أن أهم هذه التحريرات وأبعدها أثراً هو التحرير الذى وضعه الطوسى"[1] .

وقد فرغ الطوسى من تحرير هذا الكتاب فى ٢٢ شعبان سنة ٦٤٦هـ ، ويعنى هذا أنه قام بهذا التحرير فى أثناء وجوده فى قلاع الإسماعيليين . وقد جاء فى مقدمته : " **الحمد لله منه الابتداء وإليه الانتهاء ، وعنده حقائق الأنباء ؛ وبعد ، فلما فرغت من تحرير المجسطى رأيت أن أحرر كتاب أصول الهندسة والحساب والمنسوب إلى إقليدس الصورى بإيجاز غير مخل .. وأضيف إليه مايليق به مما استفدته من كتب أهل هذا العلم وأستنبطه بقريحتى، وأفرز ما يوجد من أصل الكتاب فى نسختى الحجاج وثابت عن المزيد عليه ، إما بالإشارة إلى ذلك أو باختلاف ألوان الأشكال وأرقامها.**."[2]

- حاجى خليفة : كشف الظنون عن أسامى الكتب والفنون ، مكتبة المثنى ، بغداد (بدون تاريخ)، ص: ١٣٧-١٣٩ .
- كحالة : معجم المؤلفين ، دار إحياء التراث العربى ، بيروت ، ١٩٥٧م . جـ١١ ، ص: ٢٠٧ .
- عباس قمى : فوائد الرضوية فى أحوال المذاهب الجعفرية ، ص : ٦١٠.
- د. رضا زادة شفق : تاريخ الأدب الفارسى ، ترجمة : محمد موسى هنداوى ، دار الفكر العربى، ١٩٤٧م . ص:١٩٨ .

(١) ابن سينا : الشفاء (الفن الأول) ، أصول الهندسة ، تحقيق : د. عبد الحميد صبرة ، عبد الحميد لطفى مظهر ، مراجعة وتصدير : د. بيومى مدكور ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة، ١٩٧٦م . ص : ٨ .

(٢) انظر :

- إقليدس : أصول الهندسة ، ص : ٢ أ .
- ديفيد . أ كنج : فهرس المخطوطات العلمية المحفوظة بدار الكتب المصرية ، الهيئة =

وتوجد من هذا الكتاب النسخ الخطية التالية :

ـ نسخة في مكتبة أياصوفيا .

ـ نسخة في مكتبة المتحف العراقي في بغداد .

ـ نسخة في مكتبة مجلس الأمة الإيراني برقم ١٥٧ .

ـ نسخة في مكتبة كولومبيا كتبت سنة ٧٥١هـ .

ـ نسخة في مكتبة الأوقاف العامة ببغداد ، ضمن مجموعة برقم ٥٤٣٩ .

ـ نسخة أخرى برقم ٦٢٨٦ .

ـ نسخة أخرى ضمن مجلد برقم ٥٤٩٠ .

ـ نسخة في مكتبة عباس العزاوي برقم ٤٣٨ ، وأخرى برقم ٥٧٣[1] .

ـ نسخة في مكتبة مجلس شوراى ملي بطهران ، برقم ١٥٧ .

ـ نسخة في مكتبة الواعظ الجرندابي في تبريز ، بخط عبد الغني اليزدي في أصفهان ، كتبت سنة ١٠٤٣هـ[2] .

ـ نسخة في مكتبة دار الكتب الوطنية بطهران كتبت سنة ٨٩٨هـ[3] .

ـ نسخة في مكتبة فخر الدين النصيري في طهران ، كتبت سنة ٦٦٢هـ ،

ـ المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨١م. جـ٢ ، ص : ٨١٣ .

(١) عباس العزاوي : تاريخ علم الفلك في العراق ، المجمع العلمي العراقي، بغداد ، ١٩٥٨م . ص : ٤٤ .

(٢) انظر :

ـ د. حسين علي محفوظ : نفائس المخطوطات العربية في إيران ، (ضمن مجلة معهد المخطوطات العربية ، المجلد الثالث)، ١٩٥٧م. ص: ٩٠ .

ـ العزاوي : تاريخ علم الفلك ، ص: ٤٥ .

(٣) انظر :

ـ حسين علي محفوظ : نفائس المخطوطات ، ص: ٩٠ .

ـ العزاوي : تاريخ علم الفلك ، ص: ٤٥ .

وعليها حواشٍ بخط الطوسى ، برقم ١٣١ [(١)] .

ـ نسخة فى مكتبة كتابخانة ملى بطهران، برقم ١١٥٩/ع (رياضى ـ هندسة)، أوله " بسملة ، رب يسر وتمم بالخير ، فإنى أفوض أمرى إليك.."[(٢)] .

ـ نسخة أخرى فى مكتبة كتابخانة ملى بطهران ، برقم ١١٨٣/ع (رياضى)[(٣)]

ـ نسخة أخرى بمكتبة كتابخانه ملى بطهران ، برقم ١١٨٥/ع (رياضى ــ هندسة)[(٤)] .

وتوجد فى دار الكتب المصرية عدة مخطوطات من هذا الكتاب ، نذكرها فيما يلى[(٥)] :

ـ نسخة برقم ١٠٩١ رياضة .

ـ نسخة بخط نسخي غير منقوط لحسن بن يوسف مطهر كتبت سنة ٦٧٣ هـ ببغداد ، برقم ٦٧١ رياضة .

ـ نسخة برقم (٢) ، ضمن مجموعة برقم ٧٠٢ رياضة .

ـ نسخة برقم ١٠٢٦ رياضة ، كتبت سنة ١٢٥٠هـ بخط نسخي مقروء لحسين محمد الملوانى .

ـ نسخة برقم ٨ ، كتبت ١١٠٠هـ بخط فارسي . وهى بمكتبة مصطفى فاضل

---

(١) انظر :

ـ حسين على محفوظ : نفائس المخطوطات ، ص: ٩٠ .

ـ العزاوى : تاريخ علم الفلك ، ص : ٤٥ .

(٢) سيد عبد الله أنوار : فهرست نسخ خطى كتابخانة ملى ، از انتشارات كتابخانة ملى ، طهران، ١٣٥٧هـ . ص : ١٤٧، ١٤٨.

(٣) المرجع السابق ، ص: ١٦٨ ، ١٦٩ .

(٤) المرجع السابق ، ص : ١٧٥ .

(٥) فهرس المخطوطات العلمية ، جـ١ ، ص: ٢٤٩ ، ٢٥٢ ، ٢٦٤، ٤٣٣ ، ٤٣٨، ٥٢٤ ، ٥٣٦، ٥٣٨، ٥٤٣ .

ـ رياضة .

ـ نسخة برقم ٣٥ رياضة ، كتبت سنة ١١١٩ هـ بخط فارسى مقروء لمحمد بن محمود . وهذه النسخة بمكتبة ـ مصطفى فاضل .

ـ نسخة برقم ٣٦ بمكتبة ـ مصطفى فاضل/ رياضة ، كتبت سنة ١١٢٢هـ ، بخط فارسى مقروء لبازنجانى زاده .

ـ نسخة برقم ١٠٦ بمكتبة ـ طلعت / رياضة ، كتبت سنة ١٠٥٩هـ ، بخط فارسى لعبدى بن ملاقنبر برسم ولى أفندى .

ـ نسخة برقم ١٠٧ بمكتبة ـ طلعت / رياضة ، كتبت سنة ٧٨٩هـ ، بخط فارسى .

ـ نسخة برقم (١) ضمن مجموعة برقم ١٢٥ ، بمكتبة طلعت / رياضة .

ـ نسخة برقم ١١٥ ، بمكتبة طلعت / رياضة ، كتبت سنة ١١٠٠هـ .

ـ نسخة برقم ١٥٢ ، بمكتبة طلعت/ رياضة ، كتبت سنة ١٠١٤هـ بدمشق ، بخط محمد شريف بن يوسف البويكابى .

وتوجد على كتاب تحرير الأصول للطوسى شروح منها :

شرح المقالات الأربع الأولى من تحرير كتاب الأصول للطوسى :

وهذا شرح لأبى إسحاق ، كتب سنة ١١٨٢هـ ، بخط فارسى ردىء لمحمد المعروف بابن الخليفة الهالى ، أوله :

" . . . الحمد لله الذى يتلألأ على صفحتى الليل والنهار . . . أما بعد فطالما يدور فى خلدى . . . أن أجمع من أصول الهندسة والحساب ما ينفع الناس من أعمال الزيج وأرصاد الأسطرلاب . . . قال أفلاطون لايحضر فى المدرسة من لم يهذب ذهنه بالهندسة . . . حتى إذا ما رأيت جزء(؟)

من الزمان الحاضر ٠٠٠أمرت أن أشرح تحرير كتاب أوقليدس المنسوب إلى ٠٠٠الطوسي ٠٠٠فجاء الكتاب ٠٠٠مجموعاً من لواقح الفكر ٠٠٠ وسميته بإلحاق أبي إسحق على قصور البضاعة وعدم الاستحقاق٠٠٠"(١).

وتوجد نسخة في دار الكتب المصرية برقم ١١٤ ، قولة ــ رياضة(٢) .

شرح قاضي زاده الرومي :

وهو موسى بن محمد المعروف بـ " قاضي زاده الرومي " ، وقد وصل الرومي بهذا الشرح إلى آخر المقالة السابعة ، كتبت سنة ١٠٨٠هـ(٣) .

وتوجد أيضاً على هذا الكتاب حواشٍ ، منها :

حاشية الجرجاني :

وهي حاشية السيد الشريف الجرجاني ، وتوجد منها نسخة كتبت سنة ١٣٠٨هـ ، بدار الكتب برقم ٥٣٠ رياضة(٤) . أولها :

" ٠٠٠قوله المنسوب في بعض شروح أشكال التأسيس، حكي أن بعض ملوك اليونان مال إلى تحصيل ذلك الكتاب ، فاستصعب عليه حله فأخذ يتوسم أخبار الكتاب من كل وارد عليه ، فأخبره بعضهم أن في بلده صور رجلا مبرزاً في علم الهندسة والحساب ، يقال

---

(١) المرجع السابق ، جـ٢ ، ص: ٨١٦ .

(٢) المرجع السابق ، جـ١ ، ص : ٦٣٩ .

(٣) العزاوي : تاريخ علم الفلك ، ص: ٤٤ .

(٤) فهرس المخطوطات العلمية ، جـ١ ، ص: ٢٤١ .

له: إقليدس ، فطلبه والتمس منه تهذيب الكتاب وترتيبه ، فرتبه وهذبه فاشتهر باسمه بحيث إذا قيل كتاب إقليدس يفهم منه هذا الكتاب دون غيره . ومن الكتب المنسوبة إليه ثم نقل إلى العربية ، واشتهر من الكتب المنسوبة نسختان أحدهما لثابت والأخرى للحجاج... "[1] .

حاشية كمال الدين الأردبيلي :

وهو حسين بن شرف الدين عبد الحق الأردبيلي المتوفى عام ٩٥٠هـ = ١٥٤٣م . من المهرة فى المعقول والمنقول ، ومن المعروفين فى الرياضيات والفلك والطب . له : حاشية على تحرير إقليدس فى الهندسة للطوسى[2] .

وكذلك توجد على هذا الكتاب عدة تعليقات ، منها :

تعليق على المقالة الثالثة عشر من تحرير كتاب الطوسى :

وهو لكمال الدين الحسين الفارسى ، ومنه نسخة مخطوطة بدار الكتب برقم ١٥ ، ضمن مجموعة برقم ٨٩٨ رياضة[3] .

أوله : " قال ... كمال الملة والدين الحسين الفارسى ... إنما قاله الحكيم ... نصير الدين الطوسى فى آخر المقالة الثالثة عشرة وقت أن لايتجاوز فيه زاويتان .. إلى آخره ، فى هذا القول نظر وذاك ... "[4] .

---

(١) المرجع السابق ، جـ٢ ، ص: ٨١٥ .

(٢) الشيخ عبد الله نعمة : فلاسفة الشيعة (حياتهم وآراؤهم) ، دار مكتبة الحياة ، بيروت ، (بدون تاريخ) . ص:٢٥٤.

(٣) فهرس المخطوطات العلمية ، جـ١ ، ص: ٢٦٠ .

(٤) المرجع السابق ، جـ٢ ، ص: ٨١٥ .

وقد طبع تحرير أصول الهندسة فى روما سنة ١٥٩٤م ، وفى كلكتة سنة ١٨٢٤م . وطبع فى العجم بدون تاريخ ، وفى لندن ١٦٥٧م ، وبفاس على الحجر ١٢٩٣هـ ، وفى الأستانة ١٢١٦هـ[1] .

وقد ترجمت إلى الإيطالية إحدى تحريرات الطوسى لأصول إقليدس فى الطبعة التالية[2] :

Euclidis Elementarum geometricorumlibri Tredecim Extra jitione Nasiridini Tusini nunc primum arabice impressi, Roma, 1594 .

وننوه أخيراً إلى تطبيق الطوسى لمنهج التحرير على هذا الكتاب ، حيث حاول بما لديه من أسلوب دقيق أن يعرض موضوعات الكتاب بدون خلل . كما حاول أن يقابل بين نسختى الحجاج ابن مطر وثابت بن قرة ، مميزاً بين النص الأصلى وبين إضافاتهما . وقد بذل الطوسى جهداً كبيراً مستخدماً قريحته فى ترتيب موضوعات الكتاب ؛ بالإضافة إلى إدخال ما يجده مناسباً إلى موضوعاته؛ فمثلاً استطاع الطوسى أن يدخل عدداً من القضايا الأساسية التى لايمكن للرياضى الاستغناء عنها فى براهينه ، والتى يجب إضافتها إلى المصادرات التى أتى بها إقليدس فى بداية الكتاب .

ومن أهم هذه المصادرات فى نظر الطوسى ، المصادرة الخامسة الخاصة بالتوازى ؛ وقد تعرض لهذه المصادرة بصورة دقيقة تنم عن فهمه الدقيق لأصول هذا العلم . وسوف نشير إلى موقف الطوسى بالتفصيل من هذه المصادرة فيما بعد .

---

(١) يوسف إليان سركيس : معجم المطبوعات العربية والمعربة ، مكتبة الثقافة الدينية ، القاهرة ، (بدون تاريخ) . جـ ١ ،ص: ١٢٥١.

(٢) ألدوميلى : العلم عند العرب ، ص : ٣٠٣ .





مخطوط دار الكتب المصرية

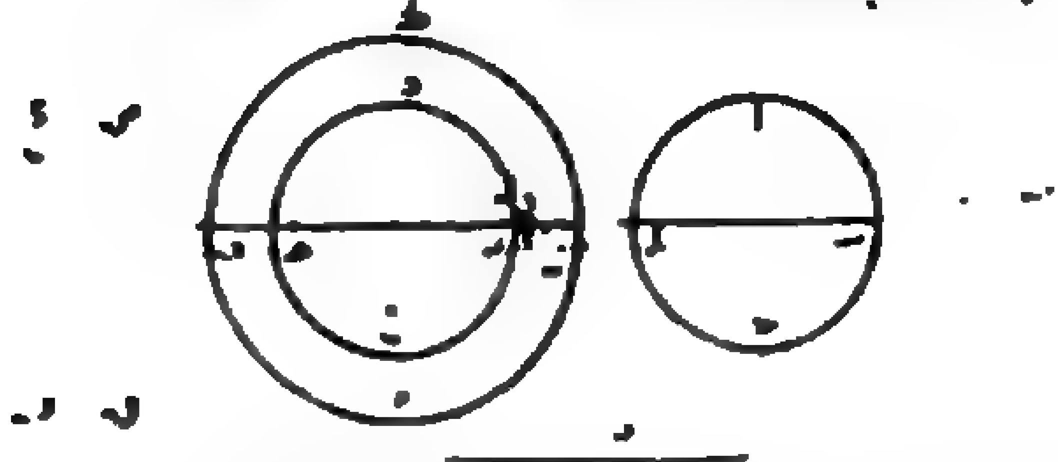
برقم ١٠٧ رياضة ـ طلعت (ميكروفيلم ٥١٢٣٩)

الورقة الأولى من المخطوط

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين

الحمد لله الذي منه الابتداء واليه الانتهاء وعنده حقائق
الانباء وبيده ملكوت الاشياء والصلوات على محمد واله اصفيا
وبعد فلما فرغت عن تحرير المجسطي رايت ان احرر كتاب اصول الهندسة
والحساب المنسوب الى اقليدس الصوري بايجاز غير مخل واستقصي
في تثبيت مقاصده استقصاء غير ممل واضيف اليه ما يليق به مما
استفدته من كتب اهل هذا العلم واستنبطته بقريحتي وافرز ما يوجد
في اصل الكتاب بنسخة الحجاج وثابت عن المزيد عليه اما بالاشارة الى
ذلك او باختلاف الوان اعداد الاشكال وارقامها متوكلا على
الله انه حسبي وعليه اتوكل. اقول الكتاب يشتمل على
خمس عشرة مقالة مع الملحقتين باخره هي اربعمائة وثمانية وستون
شكلا في نسخة الحجاج وبزيادة عشرة اشكال في نسخة ثابت وفي
بعض المواضع في الترتيب بينهما اختلاف وانا رقمت الاشكال
المتفقة بالحمرة لثابت وبالسواد للحجاج اذا كان مخالفا له
[illegible] وجملتها اربعمائة وثمانية وسبعون شكلا وفي نسخة ثابت
زيادة شكل وهو شكل ما. وقد جرت العادة بتصدير ما يذكر
حدود واصول موضوعة وعلوم متعارفة يحتاج اليها في بيان
الاشكال. [illegible] النقطة ما لا جزء له [illegible]
نهايتاه بلا عرض ونهايتاه نقطتان والمستقيم منه هو الذي
يكون وضعه على التقابل اي نقطة فرضت عليه بعضها لبعض.
والسطح او البسيط ما له طول وعرض فقط ونهاياته خطوط والمستوي منه
هو الذي

الصفحة الأولى من المخطوط



الصفحة الأخيرة من المخطوط

٢ ـ تحرير المعطيات فى الهندسة[١] :

ترجم هذا الكتاب إسحاق بن حنين وأصلحه ثابت بن قرة وحرره الطوسى، وهو خمسة وتسعون شكلاً ، أوله : " . . **تحرير كتاب المعطيات لإقليدس ترجمه إسحق وأصلحه ثابت ، خمسة وتسعون شكلاً . . . صدر الكتاب : السطوح والخطوط والزوايا . .**"[٢] .

وتوجد من هذا الكتاب النسخ الخطية الآتية :

ـ نسخة فى مكتبة سبهسالار بطهران[٣] .

ـ نسخة بدار الكتب المصرية برقم ٣ ، ضمن مجموعة برقم ٧٠٤ رياضة[٤] .

ـ نسخة بدار الكتب المصرية برقم ٧ ، ضمن مجموعة برقم ٤٤٠ تمت كتابتها فى ١٧ جمادى الآخرة سنة ١١٤٦هـ[٥]

وقد طبع هذا الكتاب بدائرة المعارف العثمانية ، بحيدر آباد الدكن طبعته الأولى سنة ١٣٥٨ هـ، ضمن رسائل الطوسى الجزء الأول .

أما عن تطبيق منهج التحرير النقدى فى هذا الكتاب ،فهو يظهر واضحاً من خلال مايلى :

أ ـ يرى الطوسى أن الشكل رقم (٦٣) به خبطاً واضحاً ، بالإضافة إلى أن

---

(١) ينسب كل من حاجى خليفة والكتبى هذا الكتاب للطوسى ، راجع فى هذا مايلى :

ـ حاجى خليفة : كشف الظنون ، ص : ١٤٦٠ .

ـ الكتبى : فوات الوفيات ، تحقيق : د. إحسان عباس ، دار صادر ، بيروت ، ١٩٧٤م .

جـ٣ ، ص: ٢٤٨ .

(٢) فهرس المخطوطات العلمية ، جـ٢ ، ص: ٨٠٧ .

(٣) العزاوى : تاريخ علم الفلك ، ص: ٤٧ .

(٤) فهرس المخطوطات العلمية ،جـ١ ، ص: ٢٥٣ .

(٥) المرجع السابق ، جـ١، ص : ٢٥٣ .

الحكم الذى انتهى إليه إقليدس فيه مذكور فى الشكل رقم (٦٢)[١] .

ب ـ يحاول إقليدس فى الشكل رقم (٧٩) إثبات أن : " **كل مثلث تكون زاوية منه معلومة ونسبة سطح أحد ضلعيها فى الآخر إلى مربع وترها معلومة ، فهو معلوم الصورة** "[٢] .

وهنا يعترض الطوسى على البرهان الذى أورده إقليدس لبيان هذا الشكل ، لأنه خاص بالصورة التى تكون فيها الزاوية المعلومة فى المثلث حادة ، والمنطوق عام . ولذلك يرى الطوسى ضرورة استخدام الطريقة التحليلية والطريقة التركيبية معاً ، بحيث نجعل البرهان عاماً يشمل الزاوية المنفرجة أيضاً[٣]

جـ ـ يثبت إقليدس فى الشكل رقم (٨١) أنه "**إذا كانت أربعة خطوط متناسبة، فنسبة الثالث إلى خط نسبته إلى الرابع معلومة** "[٤] .

وهنا أيضاً يرى الطوسى أن المنطوق الذى يورده إقليدس لايتطابق مع ما يحاول إثباته . ومن ثم، يرى ضرورة تعديل هذا المنطوق على النحو التالى : "**فنسبة الأول إلى خط نسبته إلى الثانى معلومة ، كنسبة الثالث إلى خط نسبته إلى الرابع تلك النسبة** "[٥] . وبذلك يمكن أن يتطابق منطوق القضية مع البرهان الذى يثبتها .

---

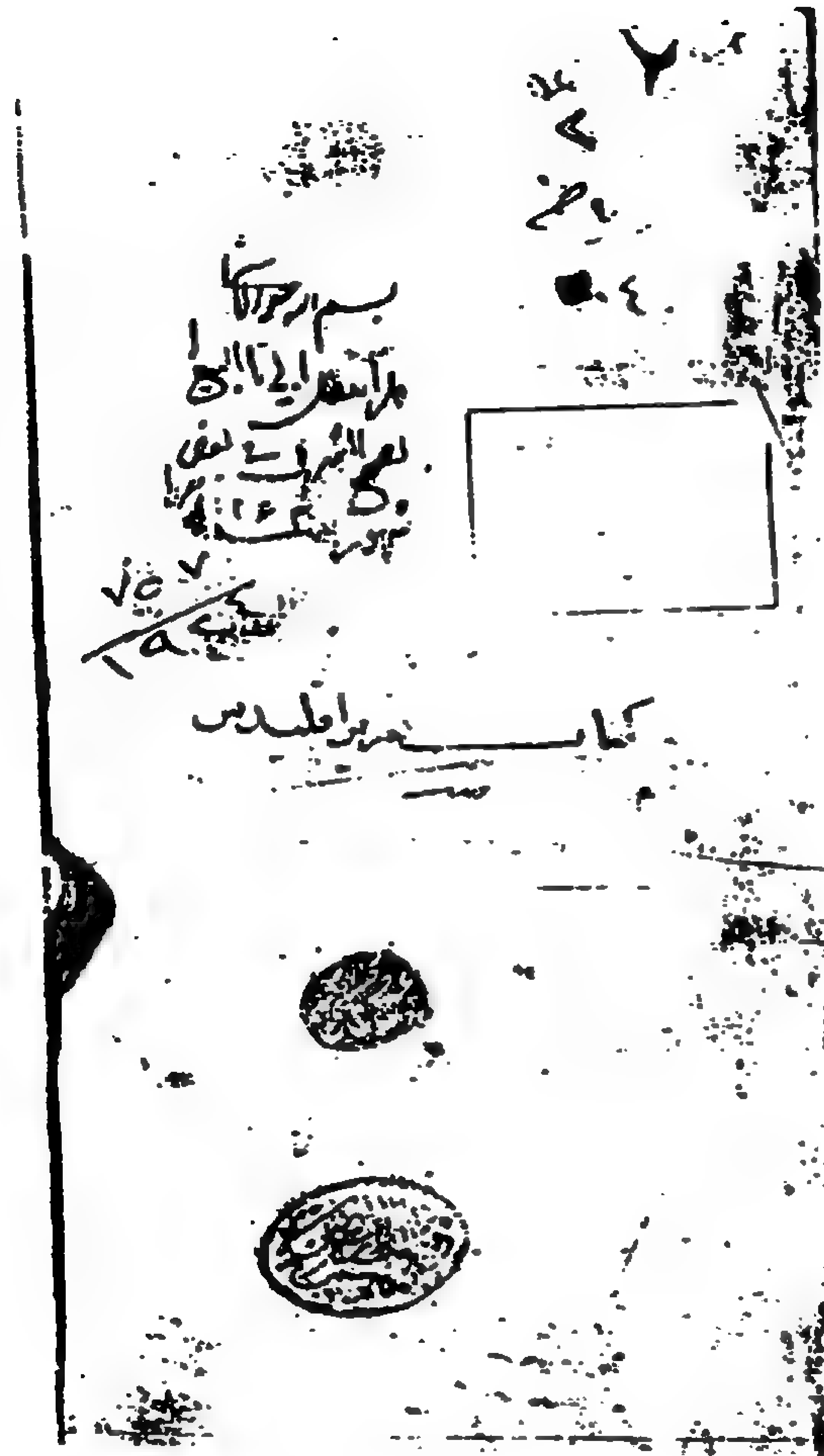
(١) إقليدس : المعطيات فى الهندسة ، تحرير : نصير الدين الطوسى ،دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى ، حيدر آباد الدكن ، ١٣٥٨هـ (ضمن رسائل الطوسى) جـ١ ، ص: ٢٧، ٢٨ .

(٢) المرجع السابق ، ص: ٣٦ .

(٣) المرجع السابق، الصفحة نفسها.

(٤) المرجع السابق ، ص: ٣٧ .

(٥) المرجع السابق ، الصفحة نفسها .



مخطوط دار الكتب المصرية

برقم (٣) ضمن مجموعة برقم ٧٠٤رياضة (ميكروفيلم رقم ٣١٥١٩)

الورقة الأولى من المخطوط

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين
السطوح والخطوط والزوايا المعلومة القدر
هي التي يمكن أن يوجد مساوية لها والمعلومة النسبة التي يمكن
أن يوجد ما هو على نسبتها والنقط والخطوط والسطوح
والزوايا المعلومة الوضع هي التي تكون لازمة لموضع واحد
أبداً ويمكن أن يوجد وضعها والأشكال المستقيمة الخطوط المعلومة
الصورة هي التي زواياها معلومة ونسبة الأضلاع بعضها إلى
بعض معلومة والدائرة المعلومة القدر هي التي نصف قطرها
معلوم والمعلومة القدر والوضع هي التي مركزها معلوم الوضع
ونصف قطرها معلوم قطع الدائرة المعلومة القدر هي التي
زوايا المركز التي يحيط بها معلومة والمعلومة الوضع والقدر
هي التي تكون [illegible] المعلومة الوضع القدر الأعظم
من أن يعد بقدر معلوم هو الذي إذا نقص [illegible] القدر [illegible]
[illegible] الأصغر والأصغر من أن يعد بقدر معلوم هو الذي
[illegible] القدر [illegible] الأكبر والأصغر الأعظم
بقدر معلوم من أن يساوي الثالث معلوم هو الذي إذا نقص
ذلك القدر [illegible] الأصغر بقدر

الصفحة الأولى من المخطوط

الصفحة الأخيرة من المخطوط

٣ ـ تحرير كتاب المناظر لإقليدس(١) :

أوله : " العين تحدث باستمداد من الأجرام النيرة فى الجسم الشفاف المتوسط بينها وبين المبصرات ، كالهواء وما شاكله شعاعاً ، كما تحدثه الأجرام النيرة وحدها بعينه ، ويكون ذلك الشعاع كأنه منبعث من العين . "(٢)

وتوجد من هذا الكتاب بدار الكتب المصرية النسخ الآتية :(٣)

ـ نسخة برقم ١ ، ضمن مجموعة برقم ٧٠٤ رياضة .

ـ نسخة برقم ٣ ، ضمن مجموعة برقم ٨٩٧ رياضة .كتبت سنة ٩٠٠هـ .

ـ نسخة برقم ٦ ، ضمن مجموعة برقم ٤٠ مصطفى فاضل ـ رياضة ، كتبت فى ٦ رجب سنة ١١٤٦ هـ .

ـ نسخة برقم ٥ ، ضمن مجموعة برقم ١٠٢ طلعت ـ رياضة ، كتبت سنة ١٢٠٠ هـ بخط فارسى.

وقد قام الأستاذ أحمد سعيد الدمرداش بتحقيق مخطوط (تحرير المناظر لإقليدس للطوسى) ، وقد قال : " ولم يلتفت الأوربيون لمؤلفات الطوسى عندما وجدوا لأول وهلة أن شروحه ومخطوطاته لم تأت بجديد عما ألفوه من

---

(١) ينسب كل من الكتبى والزركلى والعزاوى هذا الكتاب إلى الطوسى ، راجع فى هذا مايلى :

ـ الكتبى : فوات الوفيات ، جـ٣ ، ص: ٢٤٨ .

ـ الزركلى : الأعلام ، جـ٧ ، ص: ٢٥٨ .

ـ العزاوى : تاريخ علم الفلك ، ص : ٥٨ .

(٢) إقليدس : المناظر ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، مخطوط دار الكتب المصرية ، رقم (١) ، ضمن مجموعة برقم ٧٠٤ رياضة ، (ميكروفيلم رقم ٣١٥١٩) ، ص : ٢ أ .

(٣) فهرس المخطوطات العلمية ، جـ١ ، ص : ٢٥٢ ، ٢٥٨ ، ٤٤٠ ، ٥٣٣ .

علوم ابن سينا وابن الهيثم "[1] .

أما عن تطبيق منهج التحرير النقدى فى هذا الكتاب ، فهو يظهر واضحاً من خلال مايلى :

أ ـ يرى الطوسى أن المصادرات التى أتى بها إقليدس فى هذا الكتاب غير كافية، ولذلك فهو يستكمل بعضها بأن يقول :

" ومما ينبغى أن يسلم قولنا إذا اختلفت جهات الشعاعات علوا وسفلا ويمينا ويساراً ، رؤيت المبصرات مختلفة الجهات بحسب ذلك . وما يقع عليه الشعاع أكثر فهو أصدق رؤية مما يقع عليه الشعاع أقل ؛ وما يقع عليه سهم المخروط الشعاعى فهو أصدق رؤية مما حوله ، لكون الشعاع الواقع عليه أكثر وأشد تراكماً ؛ وما هو أقرب منه أصدق مما هو أبعد . ولذلك يقلب الناظر سهم المخروط نحو ما يقصد رؤيته أو يريد أن يحققه ـ إذا انعطف الشعاع من جسم صقيل كالمرآة ، حدثت هناك زاويتان متساويتان تسمى إحداهما زاوية الشعاع ، والأخرى زاوية الانعطاف "[2]

ب ـ يستخدم الطوسى قريحته فى بيان العيوب التى وقع فيها إقليدس، ومنها[3] :

---

(1) مجلة العربى ، العدد ٣٣٠ ، سنة ١٩٨٦م . ص : ٣٨ .

(2) إقليدس : المناظر ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى ، حيدر آباد الدكن ، ١٣٨٥هـ . (ضمن رسائل الطوسى) ، جـ ١ ، ص: ٣ .

(3) انظر : المرجع السابق ، ص : ٣، ٤، ٦، ٧ .

(١) يرى إقليدس فى الشكل الثالث ، أن **" كل مبصر فله غاية من البعد إذا جاوزها لم يبصر"** .

يعلق الطوسى على هذا المنطوق ، قائلاً : **" ليست العلة ماذكر ، إنما العلة فيه تضييق زاوية الإبصار إلى أن يصير ضلعا الشعاع عند البصر كالمتحدين ، ويصير المبصر فى غاية الصغر عند المبصر كالمنعدم "** .

(٢) يثبت إقليدس فى الشكل العاشر ، أن **" الأشكال القائمة الزوايا ترى عن بعيد مستديرة "** .

ويعلق الطوسى أيضاً على هذا المنطوق ، قائلاً : **" ليس ذلك لعلة ، إنما العلة أن أوتار الزوايا تكون أصغر من أقطار الشكل ؛ وما يكون أصغر فهو يفوت عن البصر على بعد أقل مما يكون أعظم. فإذا كان البعد بحيث تفوت عنه مقادير الزوايا ولايفوت قطر الشكل ، يرى الشكل غير ذى زوايا "** .

مخطوط دار الكتب المصرية

برقم (١) ضمن مجموعة برقم ٧٠٤ رياضة (ميكروفيلم رقم ٣١٥١٩)

الصفحة الأولى من المخطوط



الصفحة الأخيرة من المخطوط

٤ ـ تحرير ظاهرات الفلك :[1]

وهو ثلاثة وعشرون شكلاً وفي بعض النسخ خمسة وعشرون شكلاً ..

يقول الطوسي : " **لم يقع إليّ من الكتاب غير نسخة في غاية السقم ، أكثرها من التصحيف والتحريف ، ... وحررت ماتراءى لي من الكتاب على ماتصورته ...**"[2]

وتوجد من هذا الكتاب النسخ الخطية الآتية :

ـ نسخة في معهد المخطوطات العربية بالقاهرة ، برقم ٢٢ فلك ، بخط عبد الكافي بن عبد المجيد بن عبيد الله ، سنة ٦٧٦ هـ .

ـ نسخة في مكتبة برلين .

ـ نسخة في دار الكتب المصرية برقم (٣٠) ، ضمن مجموعة برقم (٤١) مصطفى فاضل ـ رياضة ، كتبت سنة ١١٤٦ هـ.

أما عن تطبيق منهج التحرير النقدي في هذا الكتاب[3] ، فهو يظهر واضحاً فيما يلي :

أ ـ يحاول إقليدس في بداية الكتاب إثبات كرية السماء والعالم ، لأن الثوابت تطلع دائماً من مواضع بأعينها وتغرب في مواضع بأعيانها ، وما يطلع منها معاً أو يغرب معاً ، فهي أبداً كذلك . ولأن أبعاد ما بينها ثابتة في جميع أوقات انتقالها من المشرق إلى المغرب . وقد استعان إقليدس في ذلك بما أورده في كتاب المناظر ، من أن ذلك إنما يكون كذلك بما يتحرك على

---

(١) ينسب كل من الكتبي والزركلي هذا الكتاب للطوسي ، انظر في هذا مايلي :

ـ الكتبي : فوات الوفيات ، جـ ٣ ، ص : ٢٤٨ .

ـ الزركلي : الأعلام ، جـ٧ ، ص : ٢٥٨ .

(٢) إقليدس : ظاهرات الفلك ، ص : ١٢٠ أ .

(٣) انظر القسم الثاني من هذا الكتاب .

محيط دائرة حول البصر فقط ، يجب أن تكون حركة الثوابت حركة واحدة دورية والبصر متساوى البعد فى جميع قسيها[1] .

وهنا يرى الطوسى أن تلك الأقدار فى البصر إنما بقيت بحالها من انتقال المبصرات على أحد وجهين ، أحدهما : أن يكون البصر والمبصر جميعاً على محيط دائرة ، وهو ما لايمكن تطبيقه هنا لكون المبصر ظاهراً تارة وغائباً أخرى . والثانى : أن يكون المبصر على المحيط والبصر على المركز، وهو ما يمكن تطبيقه على فكرة إقليدس . ومن ثم ، يعترض الطوسى على مايقدمه إقليدس لإثبات كرية السماء ، ويورد برهاناً يراه مناسباً لذلك[2] .

ب ـ يتناول الطوسى أشكال الكتاب بالنقد والتمحيص للوصول بها إلى صورة دقيقة ، كما يلى :

(١) يرى الطوسى أن إقليدس فى الشكل (يد) والشكل (يه) لم يستطع إثبات تساوى القسى الخريفية ولامغارب القسى الربيعية . ومن ثم ، يرجع الطوسى فى بيان ذلك إلى سائر المؤلفات التى تنتمى إلى هذا العلم ، خاصةً ما يورده مانالاوس فى كتابه " الأشكال الكرية "[3]

(٢) أما الشكل (يو) فإن الطوسى يشير فى تعليقه عليه ، إلى أن النيريزى فى شرح هذا الكتاب قد ذكر حكماً آخر فى هذا الموضوع . وعلى الرغم من ذلك فإن الطوسى يرى أن النيريزى لم يزد فى برهانه إلا على إعادة منطوق الشكل عند إقليدس[4] .

---

(١) المرجع السابق ، (طبعة حيدر آباد الدكن سنة ١٣٥٨ هـ ، ضمن رسائل الطوسى) ، ص : ٢ ، ٣ .

(٢) انظر المرجع السابق ، ص : ٣-٦ .

(٣) انظر المرجع السابق ، ص: ٢٠-٢٤ .

(٤) انظر المرجع السابق ، ص : ٢٤ ـ ٢٧ .

(٣) يعلق الطوسى على الشكل (يح) قائلاً : " **فى هذا الكلام مواضع نظر وذلك أن الدعوى الأولى هو ما اورده ـ يعنى إقليدس ــ فى الشكل (١٦) بعينه من غير تفاوت . والدعوى الثانية هو ماذكره النيريزى فى آخر هذا الشكل ولم يبينه** " . ثم يعرض الطوسى لبرهان النيريزى بعد تعديلات وإضافات أدخلها على هذا البرهان[١] .

وهكذا أعمل الطوسى تفكيره النقدى مستعيناً بحدسه العقلى ، أو تمثله وتصوره للتراث العلمى عند إقليدس فى كل المؤلفات التى حررها . كما استطاع تحليل كل النظريات والأفكار العلمية التى تحتوى عليها هذه المؤلفات ؛ فخرجت من بين يديه وظهرت للناس فى صورة علمية دقيقة جداً .

ولما كان علينا توضيح موقف الطوسى من إحدى نظريات إقليدس ، فلابد من الإشارة لنظرية المتوازيات فى كتاب الأصول ؛ وكيف تناولها الطوسى بالتحليل النقدى الوافى . ولعل موقفه هذا كان نقطة العبور من الهندسة الإقليدية إلى الهندسة اللاإقليدية ؛ كما سوف نشير .

---

(١) انظر المرجع السابق ، ص: ٢٨ ــ ٣٠ .

الفصـل الرابـع

موقف الطوسى من مصادرة التوازى الإقليدية

ظلت مشكلة هذه المصادرة تشغل الرياضيات حقبة طويلة من الزمان ، قبل أن يتم التوصل إلى حل لها . فقد حاول العديد من العلماء العرب والمسلمين البارزين أن يضعوا مكافئاً أو بديلاً لها ، أو أن يبرهنوا عليها ، أو أن يصوغوها فى حجج باطلة . وهذا ماصنعه العباس بن سعيد الجوهرى ، وثابت بن قرة ، وابن الهيثم ، وعمر الخيام ـــ كما سبق أن ذكرنا . وقد ترتب على هذه المحاولات ، بداية الانطلاق فى تفكير جديد من قبل الطوسى ، حيث اتضحت له ـــ بعد مطالعته لمحاولة هؤلاء العلماء ونقده لها ـــ الطريقة الصحيحة فى حل هذه المشكلة .

ولابد من الإشارة أولاً إلى أنه يوجد من تحرير كتاب أصول الهندسة للطوسى نسختان ، إحداهما مطولة والأخرى مختصرة .أما النسخة المطولة فقد قيل إنها لايوجد منها إلا مخطوط واحد تام وآخر ناقص فى فلورنسا . وتحتوى هذه النسخة على الثلاث عشرة مقالة التى يتألف من مجموعها كتاب الأصول لإقليدس ؛ وقد طبعت هذه النسخة بنصها العربى فى روما سنة ١٥٩٤ [١] . وعن هذه النسخة لخص هيث فى كتابه عن " هندسة إقليدس " محاولة الطوسى للبرهنة على المصادرة الخامسة لإقليدس[٢] .

وعلى الرغم من ذلك ، فإن برهنة الطوسى على هذه المصادرة فى النسخة المختصرة المحفوظة فى دار الكتب المصرية لم تَحْظَ باهتمام الباحثين . ولما كانت برهنة الطوسى فى هذه النسخة لها تأثير كبير فى ساكيرى ـــ الرياضى الإيطالى الشهير ـــ وفى جون واليس ـــ الرياضى البريطانى ـــ الذى نشر بحوث الطوسى فى هذا الموضوع . لذلك سوف نقتصر هنا على موقف الطوسى من

(١) Heath,T.L : The Thirteen Books of Euclid,s Elements .(New york , Dover publications , 1956) . Vol 1. P : 77 , 78

(٢) Ibid,: P : 208-210 .

هذه المصادرة فى النسخة المختصرة فقط .

موقف الطوسى من المصادرة الخامسة لإقليدس :

ينص الطوسى ـ فى تحريره لكتاب الأصول ـ على المصادرة الخامسة لإقليدس ، كمايلى :

" كل خطين مستقيمين وقع عليهما خط مستقيم ، وكانت الزاويتان الداخلتان فى إحدى الجهتين أصغر من قائمتين، فإنهما يلتقيان فى تلك الجهة إن أخرجا "[1] .

ويعترض الطوسى على هذه المصادرة قائلاً : **" إن هذه القضية ليست من العلوم المتعارفة ولا مما يتضح فى غير علم الهندسة ، فإذن الأولى بها أن ترتب فى المسائل دون المصادرات "[2] .**

وهذا يعنى ، أن الطوسى يستبعد هذه القضية من المصادرات ويدرجها ضمن القضايا التى يطلب عليها البرهان الهندسى . ثم يضع الطوسى قضية أخرى بدلاً منها ، وهى : **" أن الخطوط المستقيمة الكائنة فى سطح مستو ، إن كانت موضوعة على التباعد فى جهة فهى لاتكون موضوعة على التقارب فى تلك الجهة بعينها ، وبالعكس ، إلا أن يتقاطعا "[3] .**

وهنا نلاحظ ، أن هذه القضية التى افترضها الطوسى بدلاً من المصادرة الخامسة ، لاتعد من القضايا التى تتضح فى غير علم الهندسة . وهى قضية اعتبرها الطوسى أكثر وضوحاً من مصادرة إقليدس .

---

(1) إقليدس : أصول الهندسة ، ص : ٣ أ .

(2) المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

(3) المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

وقد استعمل الطوسى أيضاً فى بيان هذه المصادرة قضية[1] أخرى استعملها إقليدس فى المقالة العاشرة وغيرها ، وهى : **" أن كل مقدارين محدودين من جنس واحد ، فإن الأصغر منهما يصير بالتضعيف مرة بعد أخرى أعظم من الأعظم "**[2] .

وكذلك استخدم الطوسى مجموعة من القضايا الإقليدية المفروضة والمبرهنة السابقة على القضية (٢٩) من المقالة الأولى من كتاب " الأصول" ، وهى القضية التى يفترض فيها إقليدس المصادرة الخامسة لأول مرة فى كتابه .

وهكذا أقام الطوسى نسقه الاستنباطى الذى يستخدمه فى برهانه على المصادرة الخامسة لإقليدس؛ وهذا البرهان[3] يتألف من سبع قضايا ، هى :

الأولى : أقصر الخطوط الخارجة من نقطة مفروضة إلى خط غير محدود ليست هى عليه ، وهو المسمى ببعدها عنه ، هو الذى يكون عموداً عليه .

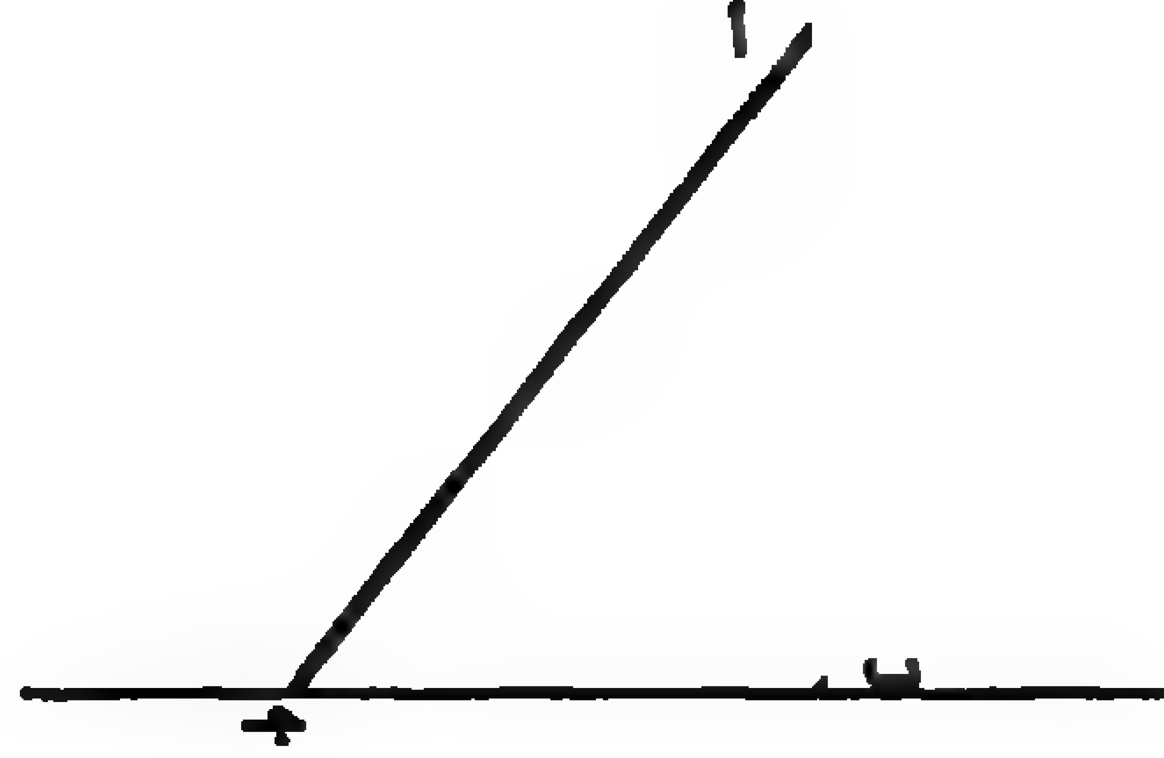
---

(١) تُعرف هذه القضية بـ " مصادرة أرشميدس " وإن لم يكن أرشميدس أول من استعملها ؛ فالمعروف (نقلاً عن أرشميدس نفسه)، أن أودكسوس (٣٦٧ق.م) قد استعان بها فى البرهنة على بعض القضايا التى ظهرت فيما بعد فى كتاب الأصول لإقليدس . وكذلك استعملها إقليدس فى برهانه على القضية الأولى من المقالة العاشرة ، مستنداً فى تبريره لها إلى تعريفه للمقادير ذوات النسبة كما ذكره فى المقالة الخامسة . (سعيد الدمرداش : الحسن بن الهيثم ، ص : ١٧٧) .

(٢) إقليدس : أصول الهندسة ، ص : ٣أ ، ب .

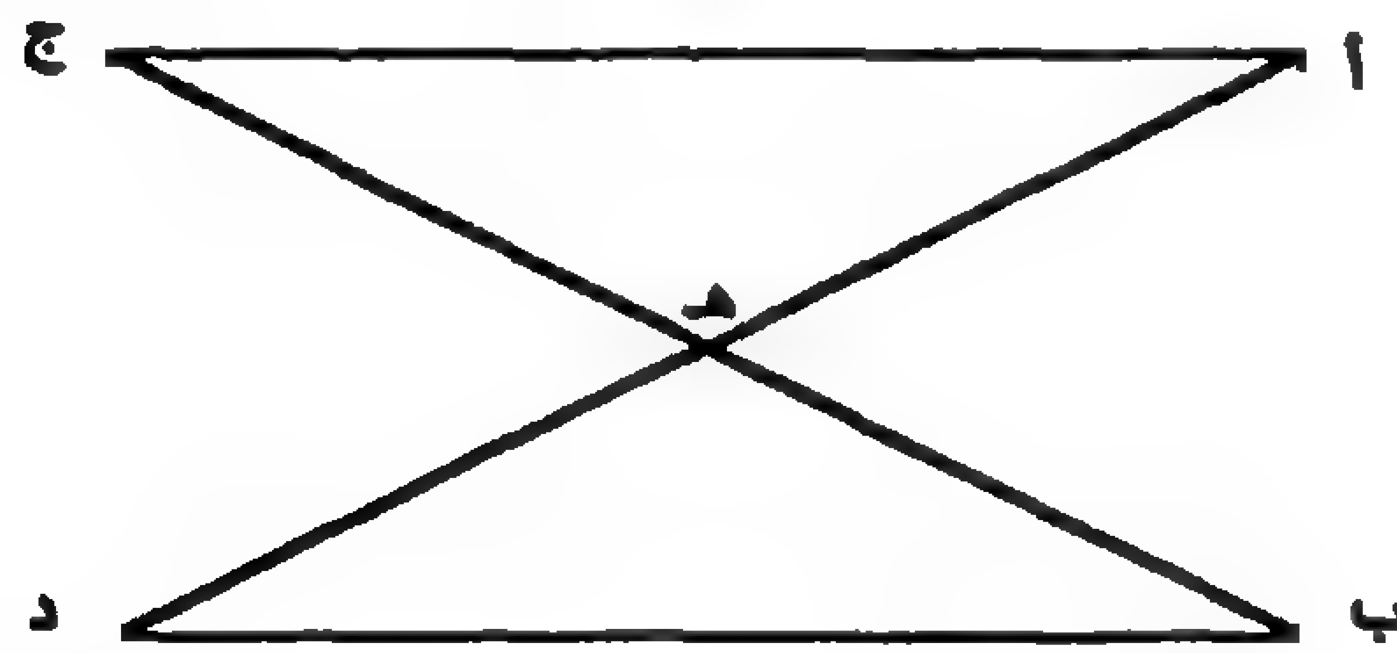
(٣) أنظر :

- إقليدس : أصول الهندسة ، ص : ١٣ أ ــ ١٧ أ .
- سعيدان :هندسة إقليدس ، ص : ٧٥-٧٧ .
- شربل : الرياضيات فى الحضارة الإسلامية ، ص : ١٨٢ ، ١٨٣ .
- الدفاع : العلوم البحتة ، ص: ٢٣٧ – ٢٤٠ .



فلتكن النقطة (أ) والخط (ب ج) ، والعمود الخارج منها إليه (أ ب) . وذلك لأنا إذا أخرجنا منها إليه خطاً آخر كـ (أ ج) ، كانت زاوية (أ ج ب) الحادة أصغر من زاوية (أ ب ج) القائمة ؛ فيكون (أ ب) أقصر من (أ ج) ؛ وكذلك في غيره .

الثانية : إذا قام عمودان متساويان على خط ، ووصل طرفاهما بخط آخر ، كانت الزاويتان بينهما متساويتين .

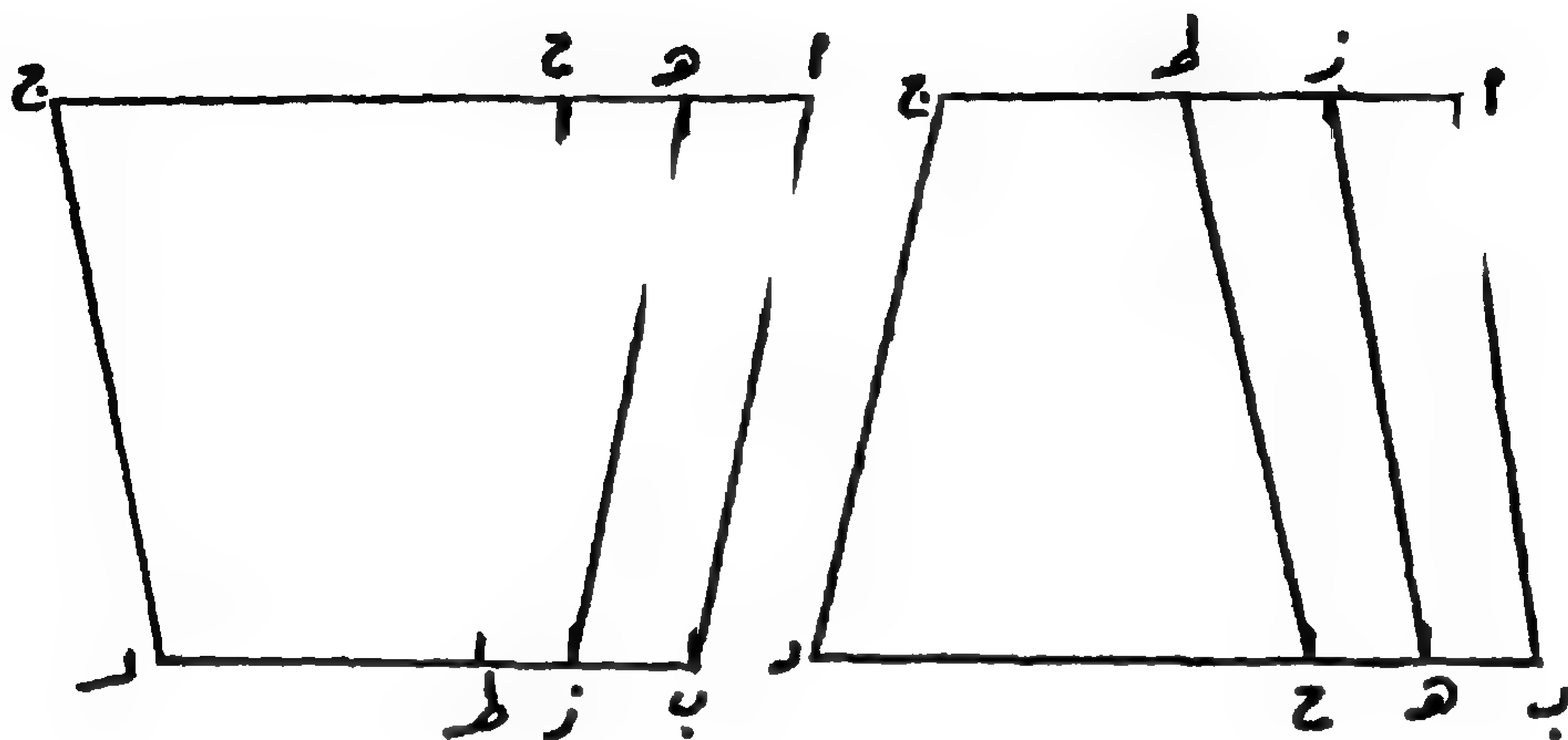


مثلاً إذا قام عمودا (أ ب) ، (ج د) المتساويان على (ب د) ، ووصل (أ ج) فحدثت بينهما زاويتا (ب أ ج) ، (د ج أ) . أقول فهما متساويان .

ونصل (أ د) ، (ب ج) متقاطعين على (هـ) . فيكون في مثلثى (أ ب د، ج د ب) ضلعا (أ ب ، ب د) ؛ وزاوية (أ ب د) القائمة مساوية لضلعى (ج د ، ج ب) ؛ وزاوية (ج د ب) القائمة ،كل لنظيره . ويقتضى ذلك تساوى باقى الزوايا والأضلاع النظائر . ولتساوى زاويتى (أ د ب ، ج ب د) يكون (ب هـ) ، (د هـ) متساويين ؛ ويبقى (أ هـ) ، (ج هـ) متساويين ، فتكون زاويتا (هـ أ ج ، هـ ج أ) متساويتين ؛ وكانت زاويتا

(د أ ب ، ب ج د) متساويتين ، فيكون جميع زاوية (ب أ ج) مساوية لجميع زاوية (د ج أ) .

الثالثة : إذا قام عمودان متساويان على خط ووصل طرفاهما بخط ، كانت الزاويتان الحادثتان بينهما قائمتين .



ولنعد عمودى (أ ب) ، (ج د) على خط (ب د) ، ونصل (أ ج) .

فأقول :إن زاويتى (ب أ ج ، ج د أ) المتساويتين قائمتان . وإلا لكانتا إما منفرجتين أو حادتين . فليكونا أولاً منفرجتين .

ونخرج من (أ) العمود (أ هـ) على الخط (أ ج) ، فيقع لامحالة فيما بين خطى (أ ب ، ج د)، وتكون الزاوية (أ هـ د) الخارجة من المثلث (أ ب هـ) أعظم من الزاوية (أ ب هـ) القائمة ؛ فتكون أيضاً منفرجة .

ثم نخرج من نقطة (هـ) العمود (هـ ز) على الخط (هـ د) ، ويقع فيما بين خطى (أ هـ ، ج د) ؛ وتكون الزاوية (هـ ز ج) أيضاً منفرجة .

ثم نخرج من (ز) العمود (زح) ؛ ومن (ح) العمود (ح ط) علـى (ح د) ، وهكذا إلى غير النهاية . فتكون الأعمـدة الخارجـة مـن النقـط : (أ، ز ، ط) مـن الخـط (أ ج) علـى الخـط (ب د). أعنى الأعمـدة (أ ب ، ز هـ ، ط ح)، متزايدة الأطوال على الولاء . وأقصرها العمود (أب)، لأنه يوتر الزاوية (أ هـ ب) الحادة ؛ فهو أقصر من (أ هـ) الموتر للقائمة . و (أ هـ) الموتر للزاوية (أ ز هـ) الحادة أقصرمن (ز هـ) الموتـر للقائمـة . فـ (أ ب) أقصـر مـن (أ هـ)، و (أ هــ) مـن (ز هــ) ؛ وكذلـك (زهــ) مـن (ط ح) ، وعلـى هـذا الترتيب .

ويظهر من ذلك أن أبعاد النقط التى هى مخارج الأعمدة الخارجة مـن خـط (أ ج) على خط (ب د)، عن خط (ب د) متزايدة الأطـوال فـى جهـة (ج) . فإذن خط (أ ج) موضوع علـى التبـاعد عـن خـط (ب د) فـى جهـة (ج) ، وعلى التقارب فى جهة (أ) .

ولكون زاوية (دج أ) أيضاً منفرجة نبين بمثل هذا التدبـير أن خـط (أ ج) بعينه موضوع على التباعد من خط (ب د) بعينه فى جهة (أ) التى كـان فيهـا بعينها موضوعا على التقارب منه .

فإذن هو متباعد متقارب معاً من خط واحد فى جهة واحدة من غير تلاق؛ هذا خلف .

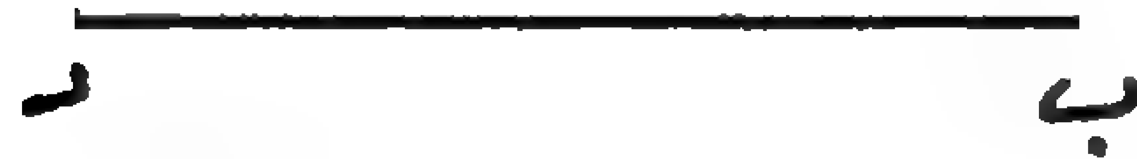
ثم ليكونا حادتين : ونقيم الأعمدة المتوالية ، إلا أنا نبتدئ بـإخراج العمـود من النقطة (ب) على خط (أ ج) ؛ فيقع فيما بين خطى (أب ، ج د) ، لكون زاوية (أ) حادة . إذ لو وقع خارجاً عنهما لاجتمع فى مثلث قائمة ومنفرجة . وهكذا إلى أن نخرج الأعمـدة (أ ب ، هــ ز ، ح ط) المتناقصـة الأطـوال على الولاء .

ثم نبين بمثل مامر أن الخط (أ ج) موضوع على التقارب من الخط (ب د) فى جهة (ج) ، وعلى التباعد عنه فى جهة (أ) . ونبين باستئناف العمل والتدبير أنه موضوع على التباعد عنه فى الجهة التى كان موضوعاً فيها على التقارب منه بعينه . هذا خلف .

فإذن ثبت أن زاويتى (ب أ ج ، د ج أ) قائمتان .

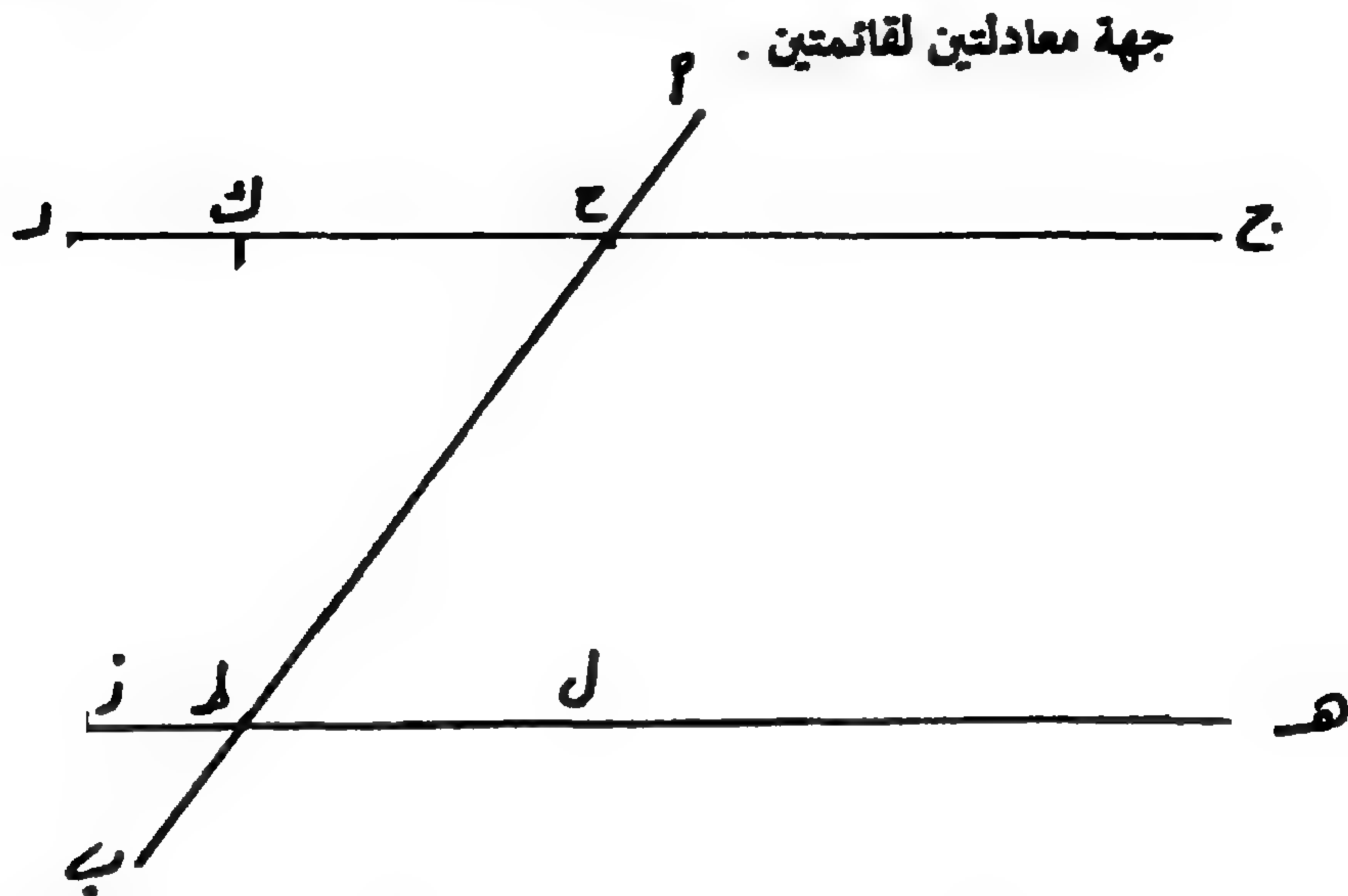
الرابعة : كل ضلعين متقابلين من سطح ذى أربعة أضلاع قائم الزوايا متساويان .





كضلعى (أ ب ، ج د) من سطح (أ ب ج د) القائم الزوايا . وإلا فليكن (ج د) أطول ، ونفصل (د هـ) مثل (أ ب) ؛ ونصل (أ هـ) ؛ فتكون زاويتا (ب أ هـ ، د هـ أ) قائمتين لحدوثهما بين عمودى (أ ب) ، (هـ د) المتساويين القائمين على (ب د) ؛ وقد كانت زاويتا (ب أ ج ، د ج أ) قائمتين ؛ فالكل كالجزء ؛ والخارجة كالداخلة ، وكلاهما خلف ، فإذن الحكم ثابت.

الخامسة : كل خط يقع على عمودين قائمين على خط ، فإنه يصيّر المتبادلتين متساويتين ، والخارجة مساوية لمقابلتها الداخلة ، والداخلتين في جهة معادلتين لقائمتين .



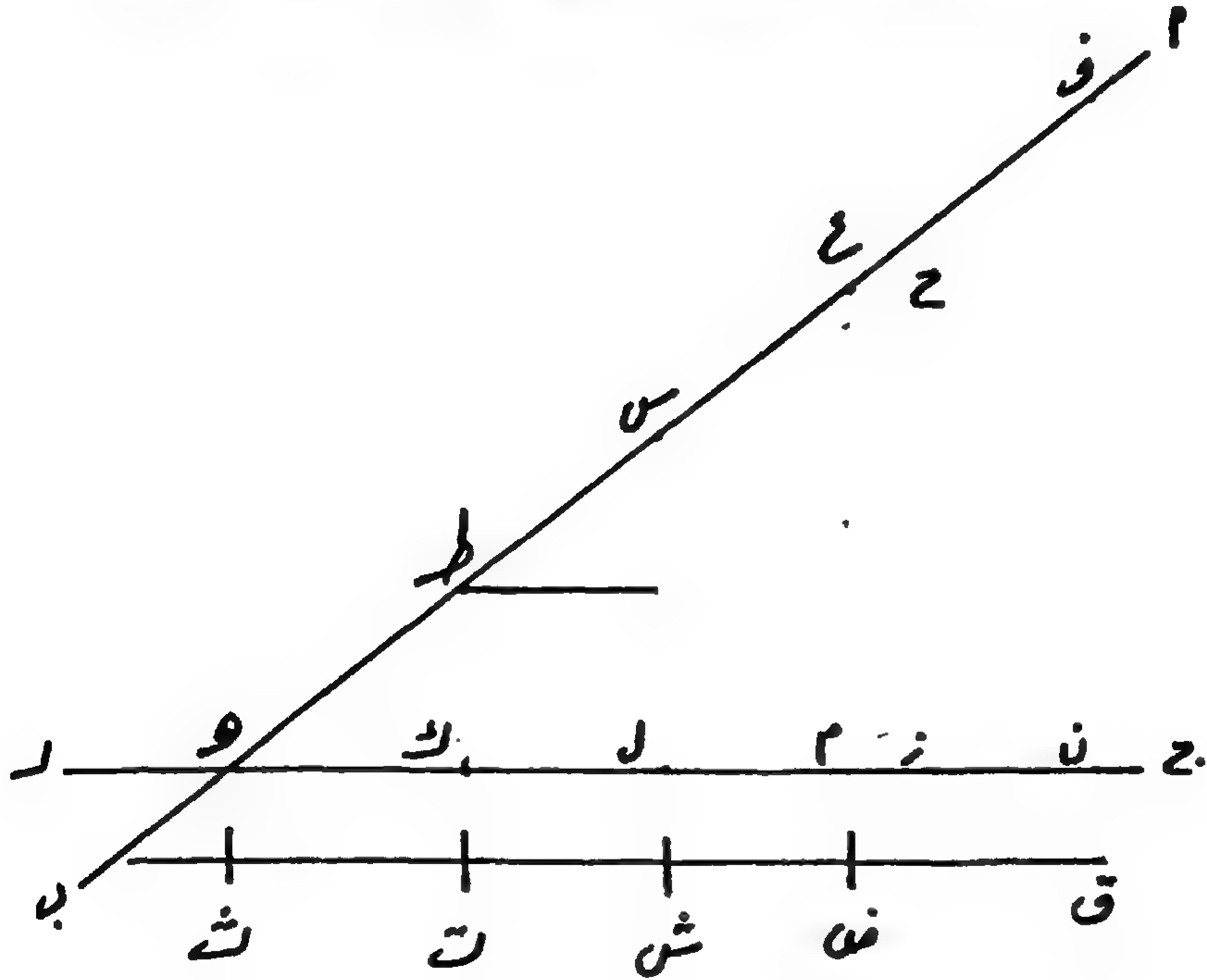
مثلاً وقع (أ ب)على عمودى (ج د ، هـ ز) القائمين على (د ز) وقطعهما على (ح) ، (ط). فأقول إن متبادلتى (دح ط ، هـ ط ح) متساويتان ؛ وكذلك خارجة (أ ح ج) وداخلة (أ ط هـ) ؛ وإن داخلتى (ج ح ط، هـ ط ح) معادلتان لقائمتين . وذلك لأن (ط ز) إن كان مساويا لـ (ح د) كانت جميع الزوايا المحيطة بنقطتى (ح ، ط) قوائم ؛ وثبت الحكم . وإلا فليكن (ح د) أطول .

ولنفصل (د ك) مثل (ز ط) ، ونصل (ط ك) ؛ ونفصل (ط ل) أيضا مثل (ح ك) ، ونصل (ح ل) ؛ فيكون سطح (ح ل ط ك) قائم الزوايا . ويكون فى مثلثى (ح ل ط ، ح ط ك) ضلعا (ح ل ، ل ط) وزاوية (ل) مساوية لضلعى (ط ك ، ك ح) وزاوية (ك) ؛ فتكون زاويتا (ك ح ط، ح ط ل) النظيرتان متساويتين ، وهما المتبادلتان .

ولكون زاوية (ط ح ك) مساوية لزاوية (أ ح ج) ، تكون زاويتا (أ ح ج ، ح ط هـ) متساويتين ، وهما الخارجة والداخلة . ولكون زاوية (ج ح ط) مع زاوية (أ ح ج) معادلة لقائمتين ، فهى مع زاوية (ح ط هـ) أيضاً معادلة لقائمتين ، وهما الداخلتان ؛ وذلك ماأردناه .

وهنالك استبان أن كل خط يقع عموداً على أحد هذين العمودين ، فهو عمود على الآخر .

السادسة : إذا تقاطع خطان غير محدودين على غير قوائم ، وقام على أحدهما عمود ؛ فإنه إن أخرج قاطع الآخر فى جهة الحادة .



فليتقاطع (أ ب) ، (ج د) على (هـ)؛ وليكن زاوية (أ هـ ج) التى تلى (أ) حادة، وجارتها التى تلى (ب) منفرجة ؛ وليقم على (ج د) عمود (ز ح). أقول إنه إن أخرج ، قاطَعَ (أ ب) فى جهة (أ) . فلنعين على (أ هـ) نقطة (ط) ، ونخرج عمود (ك ط) على (ج د) ؛ فلايخلو إما أن يقع فيما بين

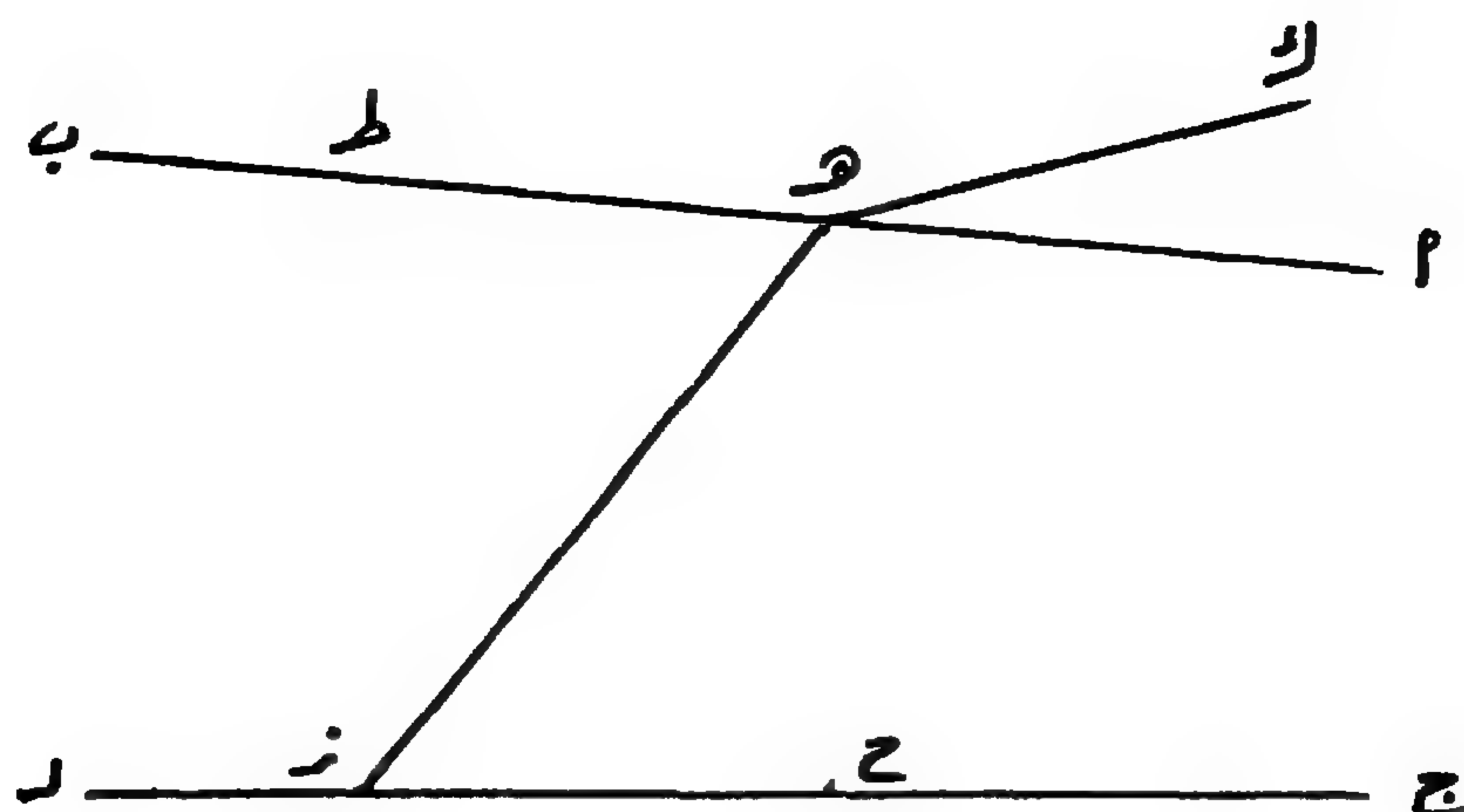
نقطتي (هـ ، ز) ، أو على نقطة (ز) منطبقا على (ح ز) ، أو خارجاً عن (هـ ز).

فإن وقع فيما بين (ز) ، (هـ) ، فلنفرض خطاً ونأخذ منه أمثالا لـ (هـ ك) على الولاء يزيد جميعها على (هـ ز) ، وهي (ق ض) ، (ض ش) ، (ش ت) ، (ت ث) ؛ وننفصل من (هـ أ) أمثالا لـ (هـ ط) بتلك العدة . وهي (هـ ط) ، (ط س) ، (س ع) ، (ع ف) . ونخرج من نقط (س ، ع ، ف) أعمدة (س ل ، ع م ، ف ن) على (ج د) ؛ ومن (ط) عمود (ط ى) على (س ل) . فيكون في مثلثي (هـ ط ك ، ط ى س) : زاويتا (هـ ط ك ، هـ س ى) الداخلة والخارجة متساويتين .

وكذلك زاويتا (هـ ك ط ، ط ى س) القائمتان ؛ وضلعا (هـ ط ، ط س) ؛ فيكون (ى ط) المساوى لـ (ل ك) لكونهما متقابلين في سطح (ط ى ل ك) القائم الزوايا مساويا لـ (هـ ك) ؛ وبمثل ذلك نبين أن كل واحد من (ل م) ، (م ن) أيضاً مساو لـ (هـ ك) . فجميع أقسام (هـ ن) متساوية،ومساوية لأقسام (ق ث) ، وبتلك العدة ؛ فـ (هـ ن) ، (ق ث) متساويان . و (ق ث) أطول من (هـ ز) ؛ فـ (هـ ن) أطول من (هـ ز) ؛ فعمود (ف ن) قد وقع خارجاً عما بين نقطتي (هـ ، ز) وصار (ح ز) داخل مثلث (ف ن هـ) .

فإذن إذا أخرج عمود (ح ز) الموازى لعمود (ف ن) إلى أن يخرج من المثلث ، قاطع (أ ب) لامحالة في جهة (ح) . وهي التي تلي الحادة . وأما إن وقع عمود (ط ك) على نقطة (ز) منطبقاً على عمود (ح ز) ، أو خارجاً عما بين (ز) ، (هـ) ، كان ثبوت الحكم أظهر . فإذن الحكم ثابت .

السابعة : كل خطين وقع عليهما خط ، وكانت الداخلتان في جهة أصغر من قائمتين ، فإنهما إن أخرجا في تلك الجهة تلاقيا .



فليكن (أ ب) ، (ج د) خطين وقع عليهما خط (هـ ز) ،وكـانت داخلتـا (أ هـ ز ، ج ز هـ) معاً أصغر من قائمتين .

أقول : فإنهما يتلاقيان فى جهـة (أ ، ج) إن أخرجـا. وذلـك لأنـه إمـا أن يكـون إحـدى هـاتين الزاويتـين قائمـة أو منفرجـة ، أو لايكـون ، بـل يكونـان حادتين . فإن كانت إحداهما قائمة ، كانت الأخرى حادة ويلتقيـان فـى جهـة الحادة كما مرّ . وإن كانت إحداهما منفرجة ، وليكن (هـ) زاوية (أ هـ ز) ، فلنخرج من (هـ) عمود (هـ ح) على (أ ب) ، ومن (ز) عمود(زط) أيضاً على (أب) . فيكون لوقوع (هـ ز) على عمـودى (هـ ح) ، (ط ز) متبادلتـا (ح هـ ز ، هـ ز ط) متساويتين .

ولما كانت زاويتا (أ هـ ز ، هـ ز ح) أصغر من قائمتين ، وكانت زاوية (أ هـ ح) قائمة ، يبقى زاويتا (ح هـ ز ، هـ ز ح) معاً . أعنى زاويتى (هـ ز ط، هـ ز ح) ، بل زاوية (ط ز ح) أقل من قائمة ؛ وكانت زاوية (أ ط ز) قائمـة؛ فإذن الخطان يتلاقيان فى جهة (أ ، جـ) .

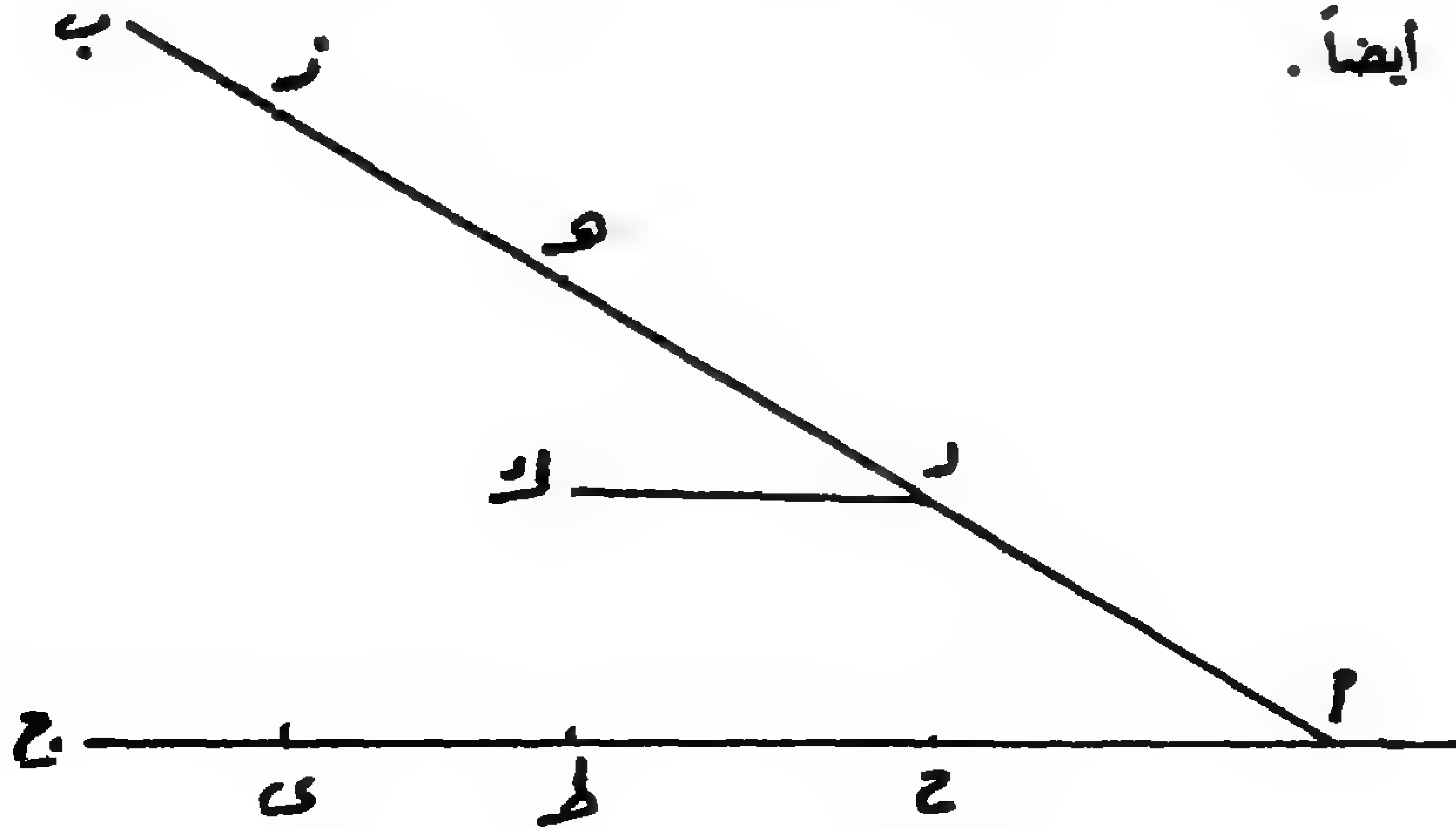
وإن كانتا حادتين : فلنخرج من (هـ) عمود (هـ ح) على (ج د) ، ومن (ز) عمود (ز ط) أيضا على (ج د) . وإذا ألقينا زاويتي (ج ز هـ ، ز هـ ح) معاً . أعني زاويتي (ج ز هـ ، هـ ز ط) معاً المساويتين لزاوية (ج ز ط) القائمة ــ من زاويتي (أ هـ ز ، ج ز هـ) ، بقيت زاوية (أ هـ ح) أصغر من قائمة ؛ وكانت (ج ح هـ) قائمة ؛ وإذن هما يتلاقيان في جهة (أ ، ج).

ولهذه القضية الأخيرة وجه آخر :

وهو أن نخرج من (هـ) عمود (هـ ك) على خط (هـ ز) ، فتكون زاوية (ك هـ ز) قائمة ، وزاوية (هـ ز ج) حادة ؛ فيتلاقى خطا (هـ ك ، ز ج) ، ويتلاقى (هـ أ ، ز ج) لامحالة إن أخرج في جهة (ج) .

ولبيان هذه القضية وجه آخر يتم بثماني قضايا خمس منها هي هذه التي مرت من الأولى إلى الخامسة وثلاث هي هذه :

السادسة : كل زاوية حادة فصل من أحد ضلعيها خطوط متساوية على الولاء ، وأخرج من تلك المفاصل أعمدة على الضلع الآخر . فالخطوط التي تفصلها مواقع الأعمدة من ذلك الضلع متساوية أيضاً .

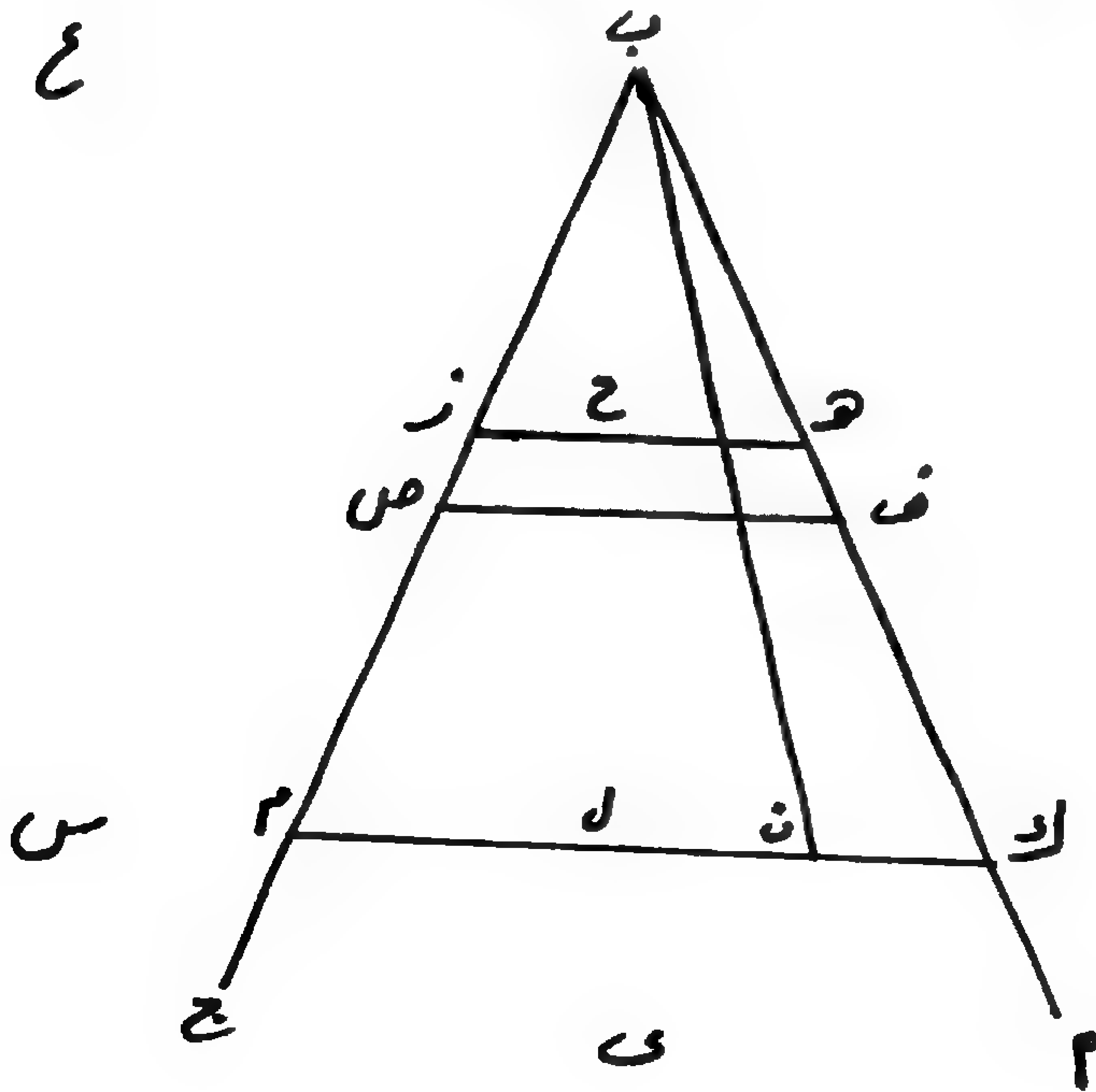


فلتكن الزاوية (ب أ ج) وقد فصل من (أ ب) خطوط (أ د ، د هـ ، هـ ز) متساوية ، وأخرج من (د ، هـ ، ز) أعمدة (د ح ، هـ ط ، ز ى) على خط (أ ج) . فأقول : إن خطوط (أ ح ، ح ط ، ط ى) المفصولة بها أيضاً متساوية .

فلنعمل على (د) من خط (هـ د) زاوية (هـ د ك) مثل زاوية (أ) ، ونخرجه إلى (ك) . فيكون فى مثلثى (أ ح د ، د ك هـ) زاويتا (ح أ د ، ك د هـ) متساويتين .

وكذلك زاويتا (أ د ح ، د هـ ك) الخارجة والداخلة ؛ وكذلك ضلعا (أ د ، د هـ) ؛ فـ (أ ح) مساو لـ (د ك) ، وزاوية (أ ح د) القائمة مساوية لزاوية (د ك هـ) ؛ فيكون سطح (د ك ط ح) قائم الزوايا . و (د ك) منه يساوى (ح ط) ، أعنى (أ ح) .وبمثل ذلك نبين أن (ط ى) أيضا مساو لـ (أ ح) .

السابعة : كل زاوية فرضت نقطة فيما بين خطيها ،فإنه يمكن أن يوصل بينهما بخط مستقيم يمر بتلك النقطة .



فلنفرض نقطة (د) بين خطى (أ ب، ب ج) المحيطين بزاوية (أ ب ج) ؛ وندير على مركز (ب) وببعد (ب د) قوس (هـ د ز) المارة بنقطة (د) ؛ ونصل وتر (هـ ز) ؛ وننصف زاوية (هـ ب ز) بخط (ب ح) إلى حادثتين . فيكون فى مثلثى (هـ ب ح ، ز ب ح) ضلعا (هـ ب ، ب ح) وزاوية (هـ ب ح) مساوية لضلعى (ز ب ، ب ح) وزاوية (ز ب ح) ؛ فتكون زاويتا (ب ح هـ ، ب ح ز) متبهاويتين ، بل قائمتين .

ونخرج (ب ح) إلى (ى)، فيقطع قوس (هـ د ز) على (ط) ؛ ونأخذ لـ (ب ح) أضعافا يزيد مجموعها على (ب ط)، ولتكن تلك الأضعاف خط (ع س) ؛ ونفصل من ضلع (ب أ) أمثالا لـ (ب هـ) ويكون عدتها عدة تلك الأضعاف ، وهى (ب هـ ، هـ ك) .

ونخرج من أطراف تلك الخطوط ، وهى (هـ ، ك) أعمدة (هـ ح ، ك ل) على (ب ى) ، فينفصل منه (ب ح) ، (ح ل) متساويين ، ويكون مجموعهما المساوى لـ (ع س) أطول من (ب ط) ، فيكون موقع عمود (ك ل) على (ب ى) — وهو نقطة (ل) — خارجاً عن (ب ط) .

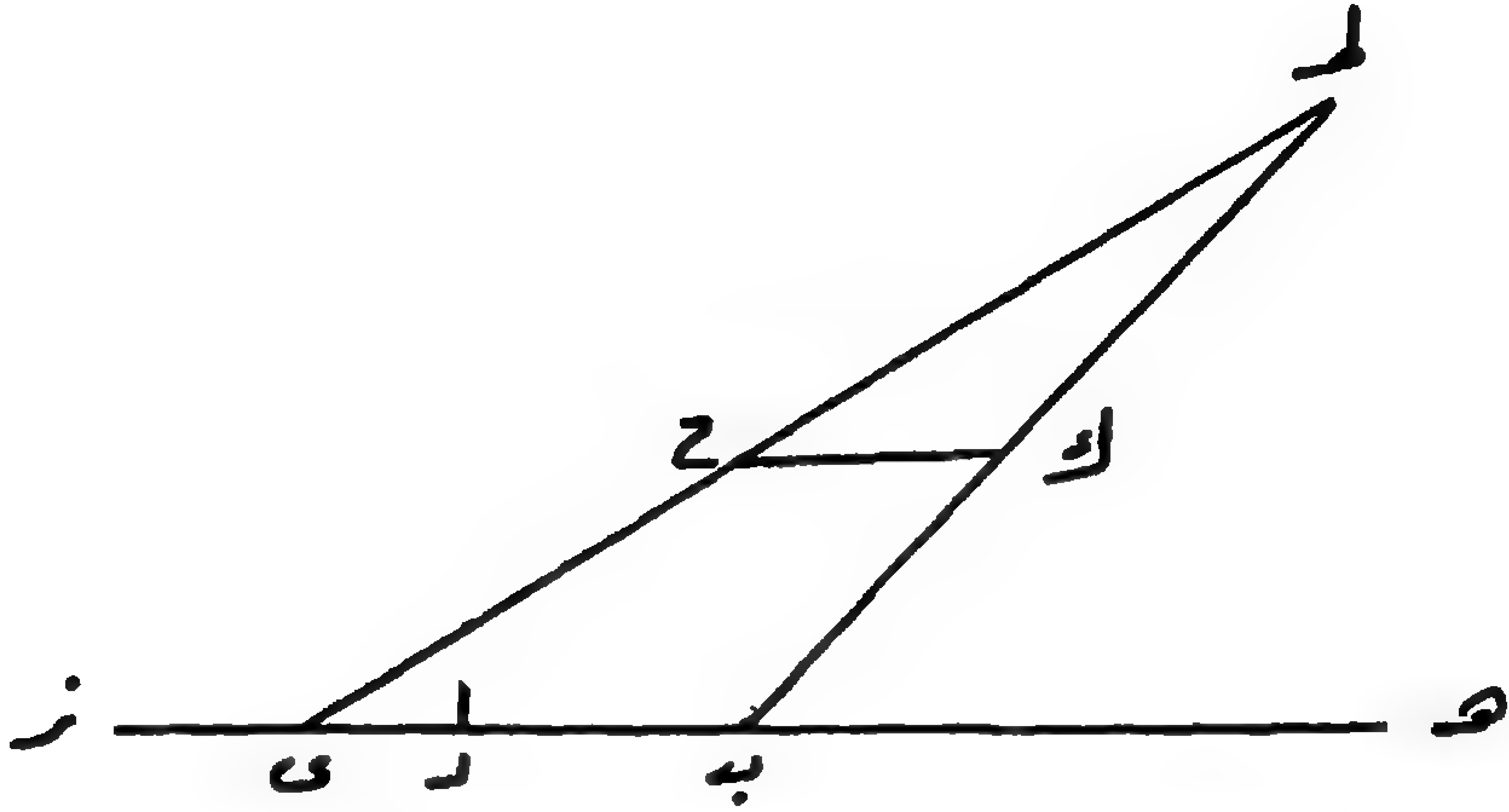
ونفصل من (ب ج) (ب م) مثل (ب ك) ، ونصل (م ل) ؛ فيكون فى مثلثى (ب ك ل ، ب م ل) ضلعا (ك ب ، ب ل) وزاوية (ك ب ل) مساوية لضلعى (م ب ، ب ل) وزاوية (م ب ل). فتتساوى زاويتا (ب ل ك ، ب ل م) ؛ و (ب ل ك) قائمة ، فـ (ب ل م) قائمة ، و(ك ل م) خط مستقيم .

ونصل (د ب) ، ونخرجه إلى (ن) ، ونعمل على نقطة (د) من خط (ن د) زاوية (ن د ف) مثل زاوية (د ن ل) ؛ فيكون خطا (ف د ، ك م) متوازيين ، لتساوى متبادلتيهما .

ونخرج (ف د) حتى يخرج من مثلث (ب ك م) على نقطتى (ف ، ص) ؛ فيكون خط (ف د ص) هو الموصول بين ضلعى (أ ب ، ب ج) المار

بنقطة (د) .

الثامنة وهى لإثبات القضية :



وليكن الخطان (أ ب ، جـ د) ، والواقع عليهما (ب د) ، والداخلتان اللتان هما أصغر من قائمتين ، هما (أ ب د ، ج د ب) . ولنخرج (ب د) فى الجهتين إلى (هـ) ، (ز) ونفصل من (ب أ) (ب ج) مثل (ب د) . فزاوية (أ ب د) مع زاوية (ج د ب) أصغر من قائمتين ؛ ومع زاوية (أ ب هـ) كقائمتين .

يبقى زاوية (أ ب هـ) أعظم من زاوية (ج د ب) . فنعمل على (ب) من (ب ح) زاوية (ح ب ط) مثل زاوية (ج د ب) ، ونصل بين خطى (ط ب ، ب ز) المحيطين بزاوية (ب) خط (ط ح ب) ماراً بنقطة (ح) ؛ فزاوية (ط ح ب) الخارجة من مثلث (ى ح ب) أعظم من زاوية (ح ب د) . ونعمل على نقطة (ح) من خط (ب ح) زاوية (ب ح ك) مثل زاوية (أ ب د) ، ونخرج (ح ك) إلى أن يقطع (ب ط) فى (ك) .

وإذ تقدم ذلك أقول : فخطا (أ ب ، ج د) يتلاقيان ؛ لأنا لو توهمنا تطبيق (ب د) على (ب ج) المساوى له ، انطبق (د ج) على (ب ك) لتساوى زاويتى (ح ب ك ، ب د ج) ، و (ب أ) على (ح ك) لتساوى زاويتى (ب ح ك ، د ب أ) ؛ فيتلاقيان ضرورةً على نقطة (ك) . وذلك ما وعدت بيانه .

وهكذا يتبين لنا مقدرة الطوسى الفائقة فى مجال الرياضيات ، إذ استطاع أن يبرهن على أن "مجموع زوايا أى مثلث مساوية لزاويتين قائمتين" . وبذلك استبعد أن يكون مجموع زوايا المثلث أكبر من قائمتين أو أصغر من قائمتين . وبهذا يكون الطوسى قد وضع لنا ما يكافئ مصادرة إقليدس الخامسة . وهو لايعد من هذه الناحية متفوقاً على معاصريه فحسب ، بل على علماء الهندسة فى هذا العصر أيضاً .

مكانة محاولة الطوسى لحل مشكلة التوازى الإقليدية فى الشرق والغرب :

يعد الطوسى أحد العلماء الذين احتلوا مكانة مرموقة فى تاريخ العلم الرياضى ، حيث أصبح اسمه مرتبطاً بالرياضيات أشد الارتباط ، فى الشرق والغرب على السواء . فقد برع الطوسى فى البحوث الهندسية عن غيره من العلماء ، بإحاطته الكلية بالمبادئ والقضايا الأساسية التى تقوم عليها الهندسة ، ولاسيما فيما يتعلق بالمتوازيات ؛ وقد فهمها الطوسى كما يفهمها العلماء المعاصرون[1] .

---

(1) انظر :

ـ طوقان : تراث العرب العلمى ، ص: ٤١٢ .

ـ ،، : العلوم عند العرب ، دار إقرأ ، بيروت ، (بدون تاريخ) . ص : ٢٢٥ .

وقد عرفت محاولة الطوسى لحل مشكلة التوازى فى أوربا خلال القرن السابع عشر الميلادى وبخاصة من قبل (واليس) الذى عاش فيما بين ١٦١٦-١٧٠٣ م . والذى درس بكل تمعن برهان نصير الدين للمصادرة الخامسة[1] واعترف فى دراسته بأن الطوسى عالم رياضى له فضل كبير فى بدء الهندسة الفوقية أواللاإقليدية[2] وظهور فجر الرياضيات الحديثة .

ومن البديهى أن نشير إلى الرياضى الإيطالى جرولاساكيرى الذى تأثر فى كتابه " إقليدس مطهر من الشوائب" بمحاولة الطوسى . كما يضع نظريته الخاصة ويبدأ بأربعة أشكال هى بعينها اشكال الطوسى الذى تأثر فيها بالخيام[3]. وفى هذا يقول هوردا يفز فى كتابه (تاريخ الرياضيات) :

" إن جرولاساكيرى الايطالى ـ الذى عاش فيما بين عامى ١٦٦٧-١٧٣٣ ، كان أستاذاً فى الفلسفة والرياضيات فى جامعة بافوه فى إيطاليا ، والمسمى بأبى الهندسة اللاإقليدية أو الهندسة الفوقية . ومما لايقبل الشك أنه اعتمد اعتماداً كلياً على عمل نصير الدين فى هذا

---

(١) للحصول على ترجمة لمناقشات الطوسى حول المصادرة الخامسة لإقليدس ، ينبغى أن نرجع إلى:
John Wallis : De pustolato quinto et difinitione quinta librr . VI, Euclidis , (p : 669-673 du 2. Vol oxford , 1693)

(ألدومييلى : العلوم عند العرب ، ص : ٣٠٣) .

(٢) انظر :

ـ فيليب فرانك : فلسفة العلم (الصلة بين العلم والفلسفة) ترجمة : د. على ناصف ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٣م. ص : ٩٠ ومابعدها .

(٣) انظر برهان ساكيرى فى كتاب " هندسة إقليدس " للدكتور سعيدان ، ص:٧٧ ، ٧٨ .

الميدان "(1) .

وتأكيداً على أهمية الطوسى فى هذا المجال ، يذكر محمد إقبال : " **وفى ميدان الرياضة ينبغى أن نذكر أنه منذ أيام بطلميوس (٨٧-١٦٥ م) إلى أيام نصير الدين الطوسى (١٢٠١-١٢٧٤م) ، لم يفكر أحد تفكيراً جدياً فى صعوبة البرهنة على صحة بديهية إقليدس عن الخطين المتوازيين ، على أساس الفراغ المدرك . وكان الطوسى أول من أزعج هذا السكون الذى خيم على عالم الرياضيات ألف سنة . وفى محاولته لإصلاح نظرية إقليدس أدرك ضرورة العدول عن الفراغ المدرك ، وبهذا وضع أساساً وإن كان ضعيفاً لنظرية الحيز الزائد أو الفراغ الفوقى(2) المأخوذ بها فى عصرنا هذا**"(3) ؛ والتى لها دور عظيم فى دراسة الفضاء الطبيعى وتفسيرات النظرية النسبية .

وهكذا ، نرى كيف بلغ التطور الرياضى فى الإسلام ذروته على يد الطوسى ، الذى أوصل هذا العلم إلى درجة لم يبلغها الغرب أو يتجاوزها إلا بعد مرور مئات السنين . وهذا ماجعل سارتون يقول عن الطوسى ، إنه " **من أعظم علماء الإسلام ، ومن أكبر رياضييهم**"(4) .

---

(1) الدفاع : العلوم البحتة ، ص: ٢٤٠ ، ٢٤١ .

(2) نظرية الحيز الزائد فى الهندسة ، هى النظرية التى تضيف إحداثياً رابعاً ، وهو الزمان إلى الإحداثيات أو الأبعاد الثلاثة المأخوذ بها فى هندسة إقليدس .

(3) محمد إقبال : تجديد التفكير الدينى فى الإسلام ، ترجمة : عباس محمود ، راجعه : عبد العزيز المراغى بك ، د. مهدى علام . مطبعة لجنة التأليف والترجمة والنشر ، ١٩٥٥م . ص : ١٥٣ .

(4) Sarton , G , : Introduction to The History of Science , Baltimore , 1962, P: 1008 .

القسم الثانى : التحقيق

نموذج

لتطبيق منهج التحرير النقدى

عـنـد

نصير الدين الطوسـى

أولاً

منهج التحقيق النقدى

ترددت على صفحات هذا البحث أصداء الناحية العلمية عند إقليدس، حيث بحثنا التراث العلمي الذى خلفه لنا . وقد أنتهينا إلى أن التراث الإنسانى قدتأثر كثيراً فى معناه ومبناه بإقليدس ، الذى قام بدور ثقافى مهم فى فترة خطيرة من فترات التاريخ الإنسانى .

وقد دفعتنا هذه الدراسة إلى تتبع انتقال مؤلفات إقليدس إلى العالم الإسلامى، وأن نبين الدور الذى قام به العرب والمسلمون فى نقل هذه المؤلفات إلى العربية ؛ وكيف كتب هؤلاء العلماء من شروحات وتفسيرات وتعليقات ومختصرات كثيرة على هذه المؤلفات . بالإضافة إلى بيان الجهود الإسلامية التى بذلت لحل مشكلة التوازى عند إقليدس .

ولما كانت دراستنا الأساسية فى هذا البحث إنما تهدف فى صورتها التى تمثلناها لها ، تخضع لفكرة واحدة ، هى فكرة تطبيق " منهج التحرير النقدى " عند الطوسى على مؤلفات إقليدس . ولذلك سيطرت هذه الفكرة على هذا البحث سيطرة تامة ؛ فلأول مرة يدرس " منهج التحرير النقدى " عند الطوسى دراسة تطبيقية علمية تهدف ، أولاً : إلى إبراز الأفكار والنظريات التى عالجها بصورة علمية دقيقة ؛ وثانياً : إلى بيان أهمية هذا المنهج بوصفه ضرورة حضارية من ضرورات التقدم العلمى . وقد أيدنا ذلك بتطبيق هذا المنهج على نصوص أو مؤلفات إقليدس ؛ ورجحنا من خلال هذه التحريرات أن الطوسى استطاع إحياء هذه المؤلفات فى العالم الإسلامى وحفظها للعالم الأوروبى .

وقد انتهينا فى ضوء تتبعنا لتطبيقات منهج التحرير ، إلى أن الطوسى قد استطاع حل مشكلة التوازى كما جاءت فى كتاب الأصول لإقليدس . وقد مثّل هذا الحل خطوة أولى لظهور الهندسات اللاإقليدية فيما بعد . وما نظن إلا أن مقدرة الطوسى على حل مشكلة التوازى هنا ، جاءت نتيجة طبيعية لتطبيق منهج التحرير .

وهكذا أسهم الطوسى إسهاماً عظيمـاً فـى إحيـاء الـتراث العلمـى الإقليـدى وتقويمه بتسجيله تسجيلاً دقيقاً ، والكشف عما اضطرب فيه من نصوص ، وما اختلط فيه بين الشروح والتعليقـات وبـين المـتن الأصلـى . فهـو بحـق قـد أعـاد للوجود هذه المؤلفات بصورة علمية دقيقة .

وأخيراً ، لسنا فى حاجة هنا ، إلى إعادة القول فى أهمية " منهـج التحريـر " والضرورة العلمية التى كانت تدفعنـا لبحثـه . فـإن ذلـك أمـر واضـح للعيـان ، ولايحتاج إلى مزيد من القول . ويكفينا أن " منهج التحرير " يعد منهجاً إسلامياً بحتاً ، يستحق منا بذل الجهـد فـى معرفـة خصائصـه وسماتـه ، والتنويـه بأهميـة دراسته فى الفكر الإسلامى المعاصر .

خـاتمـــة الدراسة

كانت خطوتنا الأولى هى استقصاء النسخ الخطية لنص "الظّاهرات"، والبحث عن أكبر عدد من هذه النسخ، لدراستها واختيار الأفضل من بينها للمقابلة واستخراج النص المحقق.

ولقد حصلنا فى أثناء البحث على نسختين خطيتين لنص "الظّاهرات"، بالإضافة إلى طبعة حيدر آباد الدكن بالهند. وقد كانت هذه النسخ كافية تماماً للهدف الذى توخيناه. وسوف نتحدث بالتفصيل عن هذه النسخ التى تمت بينها المقابلة فيما يلى:

وصف نسخ التحقيق :

(١) مخطوطة (ع) :

وهى النسخة المحفوظة فى مكتبة أحمد الثالث بمعهد المخطوطات العربية بالقاهرة، تحت رقم (٢٢) فلك، ضمن مجموعة (من ١٢٠أ إلى ١٢٦أ). وقد كتبت هذه النسخة بقلم أسود خفيف؛ وحالتها جيدة.

وتقع هذه النسخة فى سبع ورقات (الورقة صفحتان)، وقلم النسخ عادى، ومسطرة الصفحة الواحده (٢٧) سطراً تقريباً، السطر حوالى (٢٠) كلمة. وأوراق المخطوط مرقمة؛ وقد كتب الناسخ حروف الأشكال الرئيسية بقلم مختلف وبحبر أحمر خفيف .

وتحتوى هذه النسخة على كل الرسومات التوضيحية التى استعان بها المؤلف فى بيان براهينه الفلكية، وهى بحالة جيدة.

وفى الصفحة الأخيرة من المخطوطة، كتب الناسخ اسمه: (عبد الكافى بن عبد المجيد عبيد الله)، وتاريخ النسخ : (فى صفر سنة ست وسبعين وستمائة)؛ (انظر الصورة) .

(٢) مخطوطة (د) :

وهى النسخة المحفوظة فى مكتبة دار الكتب المصرية، تحت رقم ٣٠ ضمن مجموعة برقم ٤١ مصطفى فاضل ـ رياضة . وقد كتبت هذه النسخة ـــ فى سنة ١١٤٦هـ ـ بقلم سميك أسود ؛ وحالتها جيدة .

وأوراق المخطوطة غير مرقمة ، وقلم النسخ عادى ؛ وقد كتب الناسخ العناوين الرئيسية بقلم مختلف وبحبر أحمر خفيف .

وعلى الرغم من وضوح هذه النسخة إلا أنها ناقصة ، فهى تقع فى ورقتين (الورقة صفحتان) ، ومسطرة الصفحة الواحدة حوالى (٣١) سطراً تقريباً ، السطر حوالى (١٢) كلمة.

(٣) مخطوطة (ج) :

وهى النسخة المطبوعة فى حيدر آباد الدكن بالهند سنة ١٣٥٨ هجرية، ضمن رسائل الطوسى (الجزء الأول). وقد طبعت هذه النسخة طبع حجر، وهى مليئة بالأخطاء وتخلو تماماً من التحقيق العلمى الدقيق، ولكن حالتها جيدة.

وتحتوى هذه النسخة على كل الرسومات التوضيحية التى استعان بها المؤلف فى بيان براهينه المختلفة، وجميع هذه الرسومات بحالة جيدة.

وقد اعتمدت دائرة المعارف العثمانية بالهند فى طبع هذه الرسالة على نسختين من مكتبة رامفور بالهند للمقابلة بينهما واستخراج النص المطبوع. وقد أشير فى الصفحة الأخير لهذه الرسالة إلى اسم الناسخ : (والكتاب مقبول بن

أصيل الفير شهرى من كتبه فى مدينة تبريز حماها الله تعالى من نسخة الأصـل)؛ وإلى تاريخ النسخ: (يوم الثلاثاء الثانى من رمضان سنة تسع وسبعمائة).

المقابلة بين النسخ:

لاستخراج نص " الظّاهرات" محققاً ، أجرينا مقابلة بين نسخ التحقيق التى وصفناها آنفاً . والمقابلة عمل لابد وأن يكون بعد فهم النص، حتـى نتلافـى مـا يمكن أن يقع فيه النساخ من أخطاء .

ومنهج المقابلة هنا يقوم على اعتبار النسخ الثلاث على درجة واحـدة مـن الأهمية ؛ ولذلك لم نعمد إلى نسـخة منهـا ونجعلهـا أساسـاً نُصْلِحُ مـن خلالـه الأخطاء الواردة فيه بالاستعانة بالنسختين الأخريين، وإنما كانت غايتنا استخراج النص المحقق من النسخ الثـلاث التـى اشـرنا إليهـا مـن قبـل؛ نظـراً لعـدم وجـود (المخطوطة الأم).

الإضافات وهوامش التحقيق :

لعل الإضافات التى قمنا بها فى أثنـاء تحقيـق "الظّـاهرات" ، لاتخـرج فـى جملتها عما هو متبع فى تحقيق المخطوطـات عمومـاً. فقـد قمنـا بعمـل فواصـل ونقط بين العبارات حتى تسهل القراءة، واستبدال (الياء) بالهمزة كما هو متبـع فى قواعد الإملاء الآن، نظـراً لأن النسـاخ فـى أغلـب المواضـع كـانوا يكتبـون الهمزة (ياءً) كما كان متبعاً فى عصرهم .

أما الهوامش ، فتحتوى على نوعين من الإشارات ، الأولى وهـى الأرقـام، وتشير إلى اختلاف نسخ التحقيق؛ والثانية هى الشكل (*)، ويشير إلى تعليقاتنـا على بعض المواضع، وإلى التعريف ببعض المصطلحات الفلكيـة الـواردة بـالنص، بالإضافة إلى ترجمة الأعلام الورادة بالنص أيضاً .

نماذج المخطوطات :

على الصفحات التالية ، نقدم صوراً من المخطوطات التى اعتمدنا عليها فى التحقيق ، حتى يمكن من خلالها تكوين فكرة صحيحة عن نسخ التحقيق. ثم أردفنا ذلك بالرموز المستعملة فى التحقيق، حتى يسهل ذلك الرجوع إليها والتعرف على هذه الرموز فى هامش الصفحات .

تحرير كتاب ظاهرات الفلك لاقليدس

مخطوطة (ع)

مخطوطة معهد المخطوطات العربية بالقاهرة

برقم ٢٢ فلك ، ضمن مجموعة (من ١٢٠أ إلى ١٢٦أ)

الصفحة الأولى

مخطوطة (ع)

الصفحة الأخيرة من المخطوطة

بسم الله الرحمن الرحيم

مخطوطة (د)

مخطوطة دار الكتب المصرية ، برقم ٣٠

ضمن مجموعة برقم ٤١ مصطفى فاضل – رياضة

الصفحة الأولى



مخطوطة (د)

الصفحة الأخيرة من المخطوطة

رموز التحقيق

(ع) : مخطوط معهد المخطوطات العربية بالقاهرة، برقم ٢٢ فلك.

(د) : مخطوط دار الكتب المصرية ، برقم ٣٠ ضمن مجموعة برقم ٤١ مصطفى فاضل ـ رياضة .

(ج) : طبعة حيدر آباد الدكن بالهند سنة ١٣٥٨ هـ ، ضمن رسائل الطوسى (الجزء الأول) .

( ) : الأرقام الواردة فى اختلاف النسخ.

(*) : التعليقات وترجمة الأعلام .

[ ] : عبارة ساقطة من المتن أو فى الهامش .

ـ : كلمة أو عبارة ساقطة.

+ : كلمة أو عبارة فى الهامش.

∴ : اتفاق النسخ الخطية .

ثـانيـاً

كتاب ظاهرات الفلك

لإقليدس

بتحــريـر

نصير الدين الطوسى

(النص المحقق)

تحرير كتاب ظاهرات الفلك لإقليدس

ثلاثة (١) وعشرون شكلاً وفى بعض النسخ خمسة وعشرون شكلاً(٢)

يقول محرر هذا الكتاب [وهو مولانا وأستاذنا ، أفضل المتقدمين والمتأخرين، نصير الحق والدين ، برهان الإسلام والمسلمين ، رحمة(٣) الله عليه](٤) : لم يقع إلى من الكتاب غير نسخة فى غاية السقم أكثرها من التصحيف والتحريف ، بحيث لم يكن يمكن(٥) الوقوف على شئ منه إلا بجهد كثير ، وشرح له للتبريزى(٦)(*) سقيم(٧) أيضاً جداً ، فأكثرتُ النظر فيهما ، وحررتُ ما تراءى(٨) لى من الكتاب على ماتصورته . فإن(٩) لم يكن مطبقاً

---

(١) ع ، د : ثلثه .

(٢) — ع .

(٣) ع : رحمت .

(٤) — د.ح : اعز الله انصاره .

(٥) — د .

(٦) د : للهروى . غير واضحة فى ع .

(*) وهو أبو العباس من الرياضيين المشهورين الذين ظهروا فى أواخر القرن الثالث الهجرى ، وهو أيضاً من الذين لهم فضل كبير فى علم الفلك . يذكره ابن النديم والقفطى بالنيريزى ويرجع هنا الأختلاف فى الاسم للتحريف ، علاوة على أن نيريز بلدة فى شيراز من أعمال فارس تشبه تبريز ومن أشهر مؤلفاته: كتاب الأربعة لبطلميوس ، كتاب سمت القبلة ، شرح كتاب المجسطى، شرح كتاب إقليدس .. إلخ (انظر : قدرى حافظ طوقان :تراث العربى العلمى فى الرياضيات والفلك ، ص : ٢٣٧، ٢٣٨) .

(٧) ع : سقم .

(٨) ح : ترآى .

(٩) د : وان .

للكتاب ، فالسبب فيه ذلك . وفى نيتى أن أصلح خلله إذا عـثرت علـى نسـخة صحيحة إن شاء الله تعالى[1] ، وهو ولى التوفيق[2] .

(1) –ح ، ع .

(2) غير واضحة فى ع .

[صدر الكتاب][1]

قال : لأن الثوابت تطلع [2] دائماً من مواضع بأعيانها وتغرب[3] فى مواضع بأعيانها ، وما يطلع منها معاً أو يغرب معاً ، فهى أبداً كذلك ؛ ولأن أبعاد ماببينها ثابتة فى جميع أوقات انتقالها من المشرق إلى المغرب . ولما تبين فى كتاب " المناظر "[*] أن ذلك إنما يكون كذلك بما يتحرك على محيط دائرة حول البصر فقط ، ويجب أن تكون[4] حركة الثوابت حركة واحدة دورية، والبصر[5] متساوى البعد من[6] جميع قسيها[**] .

أقول : قد ثبت فى المناظر أن تلك[7] الأقدار فى البصر ، إنما ثبت[8] بحالها مع[9] انتقال المبصرات على أحد وجهين[10] ، أحدهما[11] : أن يكون المبصر

---

(1) مطموسة فى ع .

(2) د : يطلع .

(3) د : ويغرب .

(*) وهو كتاب لإقليدس حرره الطوسى .

(4) د : يكون .

(5) د : المبصر .

(6) ح : فى .

(**) القسى : جمع للقوس ، وجاء على غير قياس .

(7) د : ذلك .

(8) ح : بقيت . د : يثبت .

(9) ح : من .

(10) غير واضحة فى ع .

(11) د : احديهما .

والبصر[1] جميعاً على محيط دائـرة ؛ وليـس ذلـك ممكـن هاهنـا[2] لكـون المبصـر ظاهراً تارة وغائباً أخرى .

والثاني : أن يكون المبصر على المحيط والبصر[3] عند[4] المركـز ، ولذلـك[5] حكم بهذا[6] الوجه فقط .

وأعلم أن[7] أحد الثوابت غير متحركـة بالحركـة الثانيـة ، إمـا لكونهـا فـى بادى الرأى بحسب الظاهر من النظر الجليل كذلك ، وإما لكونها عنـد القدمـاء كذلك .

قال : وأيضا لأنا نجد كوكبا أو نقطة من السماء فى وسط كواكب بنـات النعش[8] الصغرى(*) لاينتقل عن موضعه ، وبعده عن جميـع قسـى الدوائـر التـى يتحرك عليها باقى الكواكب متساوٍ ، يجـب أن تكـون[9] حركـة الثوابـت علـى

---

(1) ح : البصر والمبصر .

(2) د، ع : ههنا .

(3) غير واضحة فى ع .

(4) ح : على .

(5) د : فلذلك .

(6) ح : لهذا .

(7) ع : انه .

(8) ح ، ع : نعش .

(*) وهى سبعة كواكب تشاهد جهة القطب الشمالى ، شبهت بجملة النعـش . (المعجـم الوسـيط، جـ ٢ ، ص : ٩٧٢) .

(9) د : يكون .

دوائر متوازية قطبها ذلك الكوكب[1] أو النقطة. ومن ثم الثوابت مالايطلع ولايغرب لكون مدارتها قريبة من القطب وهى التى تسمى[2] أبدية الظهور .

وأعظم تلك[3] المدارات التى[4] تماس[5] الأفق ويتلوها إلى ناحية الجنوب كواكب تطلع[6] وتغرب[7] ، لأن الأفق يقسم مداراتها قسمين ظاهر وخفى . الظاهر مما يقرب من أعظم الأبدية الظهور ، أعظم من الظاهر مما يبعد عنه[8] ؛ والخفى بالعكس يدل على ذلك مقادير أزمنة كون كواكبها فوق الأرض أو تحتها ؛ وذلك أن الكوكب الذى يدور على مدار أقرب إلى الشمال ، يمكث فوق الأرض أكثر من الذى يدور على مدار أبعد وتحت الأرض أقل منه[9] . والمتوسط من المدارات هو الذى يتساوى زماناه، ويسمى دائرة معدل النهار وباليونانية السمازينوس[*] . واللذان بعدهما[10] عن جنبتى معدل النهار بعد

---

(1) ح : الكوكب .

(2) د : يسمى .

(3) ع : منك .

(4) ح ، د : الذى .

(5) د : يماس .

(6) د : يطلع .

(7) د : ويغرب .

(8) ح : منه .

(9) ــ ح .

(*) وهى منطقة الفلك الأعظم، وتسمى أيضاً دائرة الاستواء والاعتدال، سميت بها لتعادل النهار والليل فى جميع البقاع عند كون الشمس عليها ؛ وتسمى أيضاً بالدائرة اليومية لحدوث اليوم بحركتها ، وبمنزلة الحمل والميزان لمرورها بأولهما . (التهانوى : كشاف اصطلاحات الفنون، تحقيق : د . لطفى عبد البديع ، ترجم النصوص الفارسية : د . عبد النعيم محمد حسنين، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ١٩٧٧م . جـ ٢ ، ص : ٢٦٣) .

(10) ح : بعداهما .

واحد، فأقسامهما[١] متساوية على التبادل ، أعنى الظاهر من كل واحد منهما يساوى الخفى من الآخر ، وكذلك أزمنة قطع أقسامهما[٢] .

ثم **قال** : وأيضاً لأن دائرتى [٣] المجرة ومنطقة البروج[*] منحرفتان عن المدارات المتوازية متقاطعتان ، ونصف كل واحد منهما أبداً ظاهر .

قلنا : إن السماء كرى ، فإنه لو كان مخروطياً[٤] أو أسطوانياً [٥] لم تكن[٦] الكواكب التى على الدوائر المنحرفة[**] القاطعة لمعدل[٧] النهار ، لتظهر [٨] أبداً

---

[١] ع : فاقسامها .

[٢] ح : اقسامها .

[٣] ح : دائرة .

[*] وهى منطقة الفلك الثامن ، وهى مصطلح عربى لما يدعى باليونانية " دائرة الحيوانات " Zodiacoscyclos . وهى منطقة سماوية تقع على جانبى مدار الشمس الذى يدعى " فلك البروج ". وإن القمر والكواكب السيارة ونجوماً عديدة ، إنما تجرى كلها فى تلك المنطقة المقسمة إلى اثنتى عشرة " منزلة " أو " علامة " على النحو الآتى : (١) منزلة الحمل ، (٢) منزلة الثور ، (٣) منزلة التوأمين ، (٤) منزلة السرطان ، (٥) منزلة الأسد ، (٦) منزلة السنبلة ، (٧) منزلة الميزان ، (٨) منزلة العقرب ، (٩) منزلة القوس، (١٠) منزلة الجدى ، (١١) منزلة الدلو ، (١٢) منزلة الحوت . (جورج سارتون : تاريخ العلم ، بإشراف : د.بيومى مدكور ، ترجمة لفيف من العلماء ، دار المعارف ، مصر ، ١٩٧١م . جـ ٥ ، ص : ٢١٨) .

[٤] د ، ح : مخروطاً .

[٥] د : او اسطواناً .

[٦] د : يكن .

[**] اى المجرة ومنطقة البروج .

[٧] ح : معدل .

[٨] ح : تظهر . د : ليظهر .

فى دورها مع كونها متحركة على نصفى دائرتين متساويتين . بل كان يجب أن يكون منها مايدور على قطعة أعظم من النصف، ومنها[1] مايدور على قطعة أصغر؛ لأنه لوقطع مخروط أو أسطوانة[2] بسطح فيما[3] بين القاعدة والرأس، لكان أحد القسمين المحدود بالزاوية شبيهاً بِتُرْس .

وقد بان أن هذا الشكل إذا قطع فى الطول والعرض، لم تكن[4] فصوله[5] المشتركة متشابهة . ولو قطع فى الوسط بسطوح منحرفة ، لكانت فصوله المشتركة غير متشابهة أيضاً ، وليس هذا بظاهر فى العالم .

فمن أجل ذلك قلنا : إن العالم كرى يدور على المِحْوَر(*) أحد قطبيه أبداً ظاهر والآخر خفى .

أقول : فى هذا الكلام تشويش؛ وبيان المقصود منه يلوح مما أقرره، وهو: أن الشكل الذى يمكن أن نفرض[6] عليه دوائر عظام متساوية متشابهة من جميع الجهات ، نصف كل دائرة منها أبداً ظاهر ، والنصف الآخر خفى لايكون إلا

---

(1) ح : ومنه .

(2) ح : اسطوانى .

(3) + ع .

(4) د : يكن .

(5) د : فصولها . ٩

(*) (بالكسر ثم السكون الفتح) هو العمود الذى يدور حوله الفلك ، ومحور العالم هو محور الفلك الأعظم . (التهانوى : كشاف الفنون ، جـ ٢ ، ص : ٣٨) .

(6) ح ، ع : تفرض .

كرة؛ ويشترط أن يكون الناظر إليها في وسطها. وذلك أن ماعدا[1] الكـرة مـن الأشكال المستديرة يكون ، إما مخروطـاً أو أسـطوانياً ، أو شـكلاً مركبـاً منهمـا و من[2] أجزاء الكرة .

وإذا[3] قُطِعَ المخروطُ أو الأسطونةُ القائمتان بسطح متسو ، فإمـا أن يكـون ذلك السطح موازياً للقاعدة قاطعـاً فـى العرض ؛ وإمـا أن يكـون مـاراً بـالمحور قاطعاً فى الطول ؛ وإما أن لا يكون موازياً لها ولامارا به ، بل كان قاطعـاً لهمـا بالوراب والانحراف .

والأول يقتضـى أن يحـدث بـالقطع فيهمـا[4] شـكل يحيـط بـه سـطحان مستويان، وسطح مستدير يحيطان بزاويتين مستديرتين[5] على هيئة الترس .

والثانى يقتضى أن يحدث فـى المخـروط مثلـث ، وفـى[6] الأسـطوانة ذو[7] أربعة أضلاع متوازية . وإذا تعددت السطوح القاطعة حدثت أشـكال متشـابهة متساوية .

وأما الثالث ، أعنى القاطع بـالـوراب[8] والانحـراف ، فـإن كـان السـطح

---

(1) ح : ماعدى .

(2) د : فان .

(3) د : اذا .

(4) ح : منهما .

(5) ــ ح .

(6) ح : فى .

(7) ح : دون .

(8) د : بالوزان .

القاطع غير مار بشيء من القاعدة حدث منه[1] قطع ناقص أو مايشبهه(*).

وإذا توهم سطح يمر بالمحور ويقوم على سطح القطع على زوايا[2] قائمة، كان فصله المشترك مع سطح القطع الذى هو سهم[3] القطع محيطاً[4] مع المحور بزوايا غير قائمة . وإذا تعددت السطوح[5] القاطعة للمخروط[6] أو الأسطوانة، ومرت الجميع بنقطة واحدة من المحور . وأحاطت سهام القطوع الحادثة مع المحور بزوايا متساوية فى جهة واحدة فى المخروط وفى الجهتين فى الأسطوانة، كانت القطوع الحادثة متشابهة متساوية .

وإن لم تكن[7] السطوح مارة بنقطة واحدة من المحور، وكانت السهام مع المحور محيطة بزوايا [8] متساوية، كانت القطوع فى المخروط غير متساوية وفى الأسطوانة متشابهة متساوية، ولكن مختلفة الوضع مختلفة أقسام الظهور والخفاء عند تلك النقطة . وإن لم تكن[9] محيطة بزوايا[10] المتساوية كانت غير متشابهة، مع أنها مختلفة الأوضاع والأقسام .

---

(1) ـ ع .

(*) وهو الشكل العدسى ، وهو إنما يكون فى الأسطوانة وفى المخروط أيضاً .

(2) ح : زاويا .

(3) ح : هو مع سهم .

(4) ح : محيط .

(5) غير واضحة فى د .

(6) ح : المخروط.

(7) د : يكن .

(8) ح : بزاويا .

(9) د : يكن .

(10) ح : بزاويا .

وأما إن كان السطح ماراً بالسطح المستدير والقاعدة جميعاً، حدثت قطعة من القطع يحيط بها ، إما خط منحنٍ[1] أو[2] خط مستقيم ، وذلك فى المخروط والأسطوانة جميعاً . أو خطان منحنيان[3] وخطان مستقيمان ، وذلك فى الأسطوانة التى مر[4] السطح بقاعدتها[5] . وإذا تعددت السطوح كان بعض تلك القطع من القطوع متساوية متشابهة ، وبعضها بخلاف ذلك .

والحاصل أن الأشكال التى يمكن حدوثها على المخروط والأسطوانة، اللذين هما أبسط الأشكال المستديرة بعد الكرة بالقطع فى الطول والعرض[6] والوراب[7] ، لايمكن أن يكون جميعها[8] من نوع واحد ولا على ضرب واحد من التشابه والتساوى ، فضلاً عما يحدث فى الأشكال المركبة ؛ إذ هى أكثر اختلافاً[9] .

وأما فى الكرة فجميعها متشابهة متساوية[10] ، والحادثة منها بالسطوح المارة بالوسط متساوية، متساوية[11] قسمي الظهور والخفاء . ولكون[12] جميع

---

(1) منحنى .

(2) د ، ع : و .

(3) غير واضحة فى ع .

(4) ــ د .

(5) ح : لقاعدتها .

(6) ح : العرض والطول .

(7) د : الوران .

(8) ح : جميعا .

(9) د : اضلاعاً .

(10) ــ ع ، د

(11) ــ ح .

(12) د : ولكن .

المدارات السماوية مستديرة متشابهة ، والمارة منها بما هو بمنزلة المركز دوائر[1] عظام ظاهرة الأنصاف ، وجب الحكم بكرية السماء .

قال : الأفق هو السطح المستوى الذى يفصل النصف الظاهر من الكرة من النصف الخفى وهو مستدير ؛ لأنه إذا قطعت كرة بسطح كان الفصل دائرة ، دائرة[2] نصف النهار هى المرسومة على قطبى الكل القائمة على الأفق ، والدوائر[3] المنقلبة هى التى تماس منطقة البروج ، وقطباها قطبا[4] الكرة .

أقول : هى دائرتان من المدارات اليومية هما مدارا[5] رأسى السرطان والجدى، وتسميان[6] المدار الصيفى والمدار الشتوى .

وقال أما منطقة البروج ومعدل النهار فهما دائرتان عظيمتان ، لأنهما يتناصفان ؛ فإن رأسى الحمل والميزان متحاذيان ، وهما على قطر معدل النهار، يطلع كل واحد منهما مع غروب الآخر . والبروج تنقسم[7] بهما قسمين متساويين ؛ ولكونهما لازمين لطرفى[8] قطر[9] معدل النهار مُساوى[10]

---

(1) ح : ودوائر .

(2) ـ ح .

(3) ح ، د : الدوائر .

(4) ح ، ع : قصيا .

(5) ع ، د : مدار .

(6) د : ويسميان.

(7) د : ينقسم .

(8) ح : بطرفى .

(9) ـ ح .

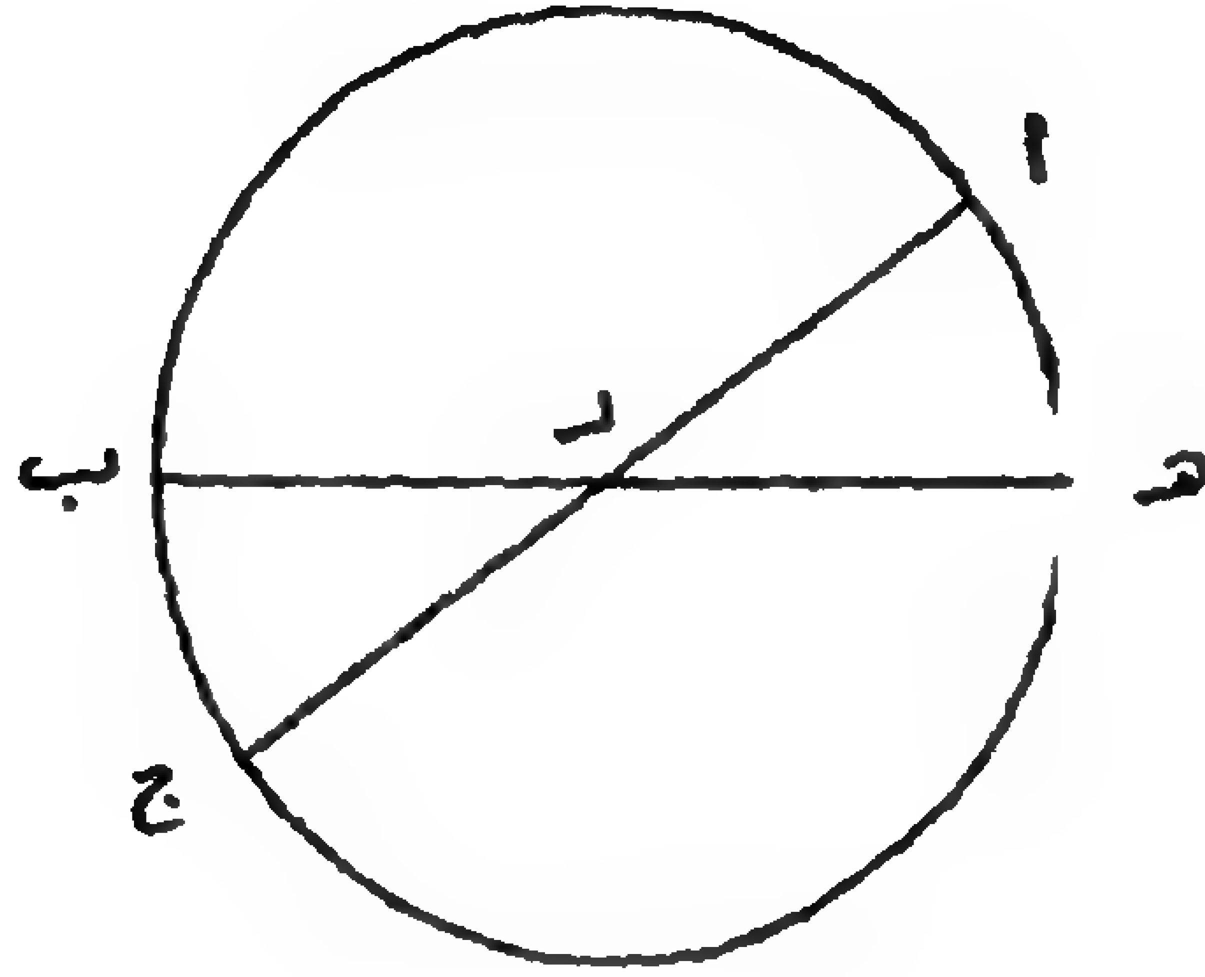
(10) ع : مساو . ح ، د : متساوى .

فى[1] زمان[2] الظهور والخفاء يجب[3] تساوى قسمى معدل النهار اللذين بينهما أيضاً . فإن الكرة إذا دارت على محورها[4] باعتدال ، قطعت النقط التى على بسيطها من الدوائر المتوازية فى أزمنة متساوية قسياً متشابهة . والأفق أيضاً[5] عظيمة ؛ لأنه ينصف كل واحدة[6] من منطقة البروج ومعدل النهار ؛ فإن[7] من البروج ستة أبداً ظاهرة فقط ، والكوكبان المتقاطران[8] مما على معدل النهار أيضاً يطلع كل واحد منهما مع غروب الآخر ؛ والدائرة التى تنصف[9] عظيمة فهى عظيمة ، فالأفق عظيمة .

(1) ـ ح ، د .
(2) ح : الزمان .
(3) ح ، ع : تحت .
(4) ح : محورها .
(5) ـ د .
(6) ح : واحد .
(7) د : وان .
(8) ح ، ع : المتناظران .
(9) د : ينصف .

الأشـــكال[1]

أ [2] : الأرض فى العالم [وهى بالقياس إلى العالم][3] كالمركز إلى المحيط .



فليكن الأفق (أ ب ج هـ) ، والبصر (د) ، والمشرق (ج) ، والمغرب (أ) . وليُر السرطان طالعاً عند (ج) بآلة موضعها عند (د)؛ ويجب أن يرى الجدى غارباً عند (أ) ؛ و (ج د أ) خط مستقيم ، بل قطر لمنطقة البروج أو نصفها . وأيضاً ليريها بعد حركة الفلك الأسد طالعاً عند (ب) ؛ ويجب أن يرى الدلو غارباً عند (هـ) ؛ و (ب د هـ) أيضاً قطر لمثل[4] ما مر ، [وقطرا][5] (ج أ ـ ب

---

(1) غير واضحة فى ع .

(2) ـ د .

(3) ـ د .

(4) + ع .

(5) ح : قطر .

هـ)][1] تقاطعا على (د) ، فـ (د) هو المركز .

فإذن[2] الأرض فى وسط العالم ونسبتها إلى فلك البروج ، كنسبة المركز إلى المحيط المركز ؛ وذلك ما أردناه .

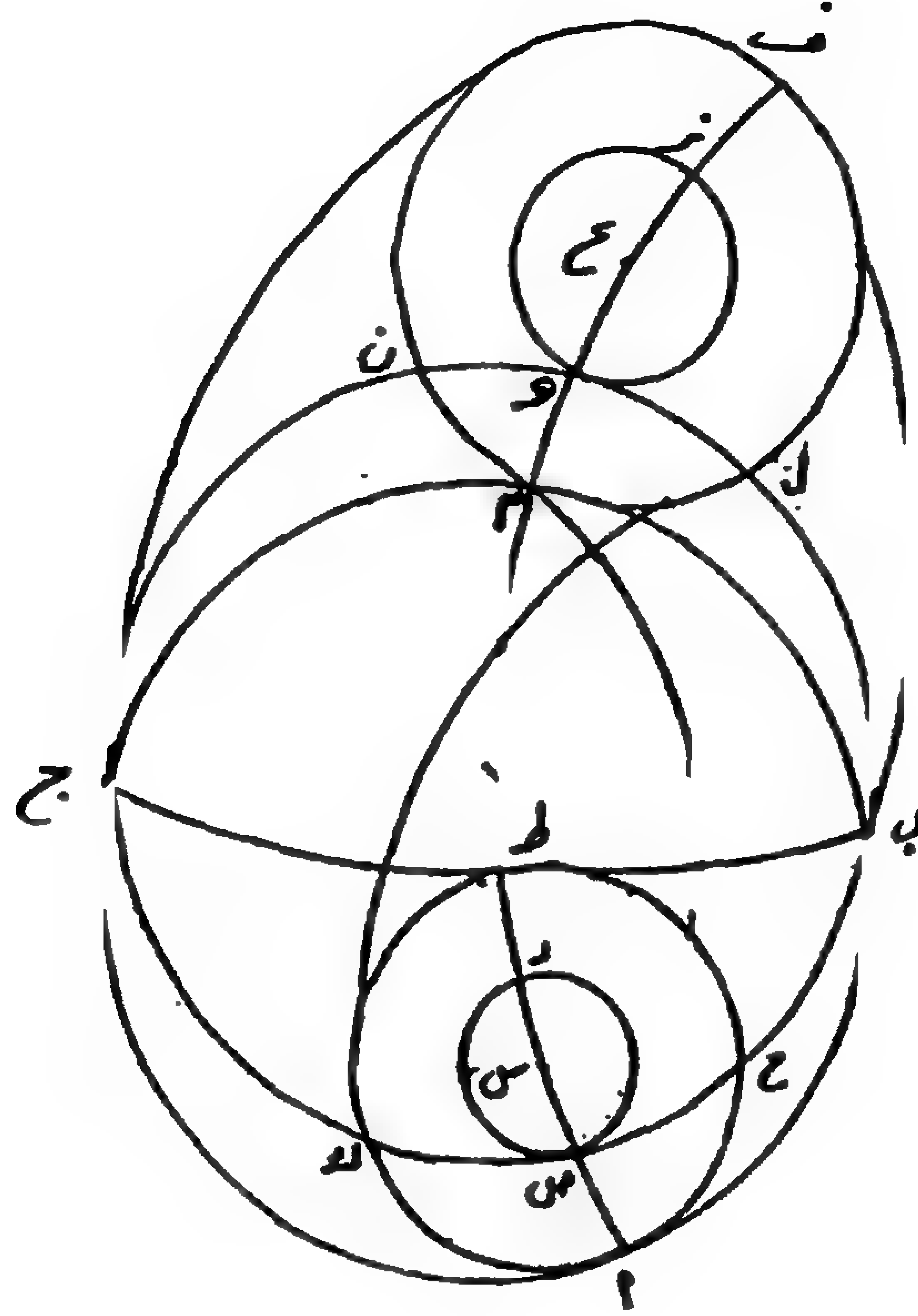
ب[3] : إذا دارت كرة الكل قامت الدوائر المارة بقطبيها على الأفق على قوائم فى كل[4] دورة مرتين؛ وقامت منطقة البروج على نصف النهار ، وأيضا[5] مرتين . ولاتقوم[6] منطقة البروج على الأفق أصلاً، إذا كان قطبالأفق فيما بين المدار[7] الصيفى ـ أعنيمدار رأس السرطان ـ والقطب الظاهر .

أما[8] إذا كان على المدار الصيفى أو الشتوى ، قامت منطقة البروج على الأفق فى كل دورة مرة واحدة . وإذا كان فيما بين المدارين ، قامت عليه مرتين. أما الحكم الأول فظاهر مماذكره " أوطولوقس "[*] فى الشكل العاشر من

---

[1] د : وقطر (أ ج ـ أ ب) .
[2] ج : فاذا .
[3] د :.
[4] ـ ح .
[5] د : ايضا .
[6] ح : تكون . د : ولايقوم .
[7] ع : مدار .
[8] ح : واما .
[*] وهو مهندس رياضى يونانى مشهور ، مذكور فى وقته كان له تصانيف مشهورة متداولة بين العلماء . من مؤلفاته : كتاب الكرة المتحركة ، وكتاب الطلوع والغروب . (القفطى : إخبار العلماء بأخبار الحكماء ، ص : ٥٣).

مقالته فى " الكرة المتحركة" ؛ وأما الحكم الثانى فليكن لبيانه :



دائرة (ب هـ ج ص) ، الأفق (و ص د) ، أعظم المدارات الأبدية الظهور (و هـ ز) ، أعظم [1] المدارات[2] الأبدية الخفاء (و س ع) ، (و ح ط ك أ)[3]، المدار الصيفى[*] (و ل م ن ف) ، المدار الشتوى .

---

(1) ـ ع .

(2) ـ ع ، د .

(3) د : (و ح ط ك) .

(*) إلى هنا تنتهى النسخة (د) ، وهى النسخة المحفوظة بدار الكتب .

وليكن في وقت ما وضع منطقة البروج كوضع قوس (ك ل) مماسة للمدارين على نقطتى (ك ل) على الأفق ؛ وليمر (أ س ع ف) من الدوائر العظام بالقطبين ، فهى تمر بنقطتى (هـ ص) اللتين تماس الأفق المدارين عليهما، وهى بمنزلة دائرة نصف النهار . ولأن الأفق ـــ أعنى دائرة (ب هـ ج ص)، وكل واحد من المدارين ــ أعنى دائرتى (ح ط ك) و (ل م ن ف) تقاطعت على نقط (ح ك ــ ل ن) . وقد مرت دائرة (أ س ع ف) بأقطابهما فهى تنصف قسى (ح ط ــ ك ح أ ك ــ ل م ن ـــ ل ف ن)[1] الاربع على نقط (ط أ ــ م ف) ، وقطعنا (ح أ ك ــ ل م ن) . وأنصاف المتساوية متساوية ، و (ك ط) مساو لـ (ل ف) . والزمان الذى يقطع (ف هـ) نقطة (ك) قوس (ك ط)، يساوى الزمان الذى يقطع فيه نقطة (ل) قوس (ل ف) . وإذا وافت نقطة (ك) موضع (ط)، وافت نقطة(ل) موضع (ف) . وصار وضع منطقة البروج حينئذ كوضع دائرة (ط ب ف ج)، فتكون (ط) أول السرطان فوق الأفق، و (ج) أول الميزان على المشرق، و(ف) أول الجدى تحت الأرض، و(ب) أول الحمل على المغرب[2] . وتكون النقطتان اللتان تماس عليهما منطقة البروج، المدارين نقطتى (ط ف) . ولكون دائرة نصف النهار ــ أعنى دائرة (أ س ع ف) مارة بهما، تكون مارة أيضاً بنقطتى[3] منطقة البروج؛ فيكون حينئذ فلك البروج قائماً عليها على قوائم .

وبمثله تبين أن (ط ح ــ ف ن) متساويان، وأن (ط) إذا وافت موضع (ح) وافت (ف) موضع (ن)، صار[4] وضع[5] منطقة البروج كوضع قوس (ح ن).

---

[1] ــ ح .

[2] ح : المغرب .

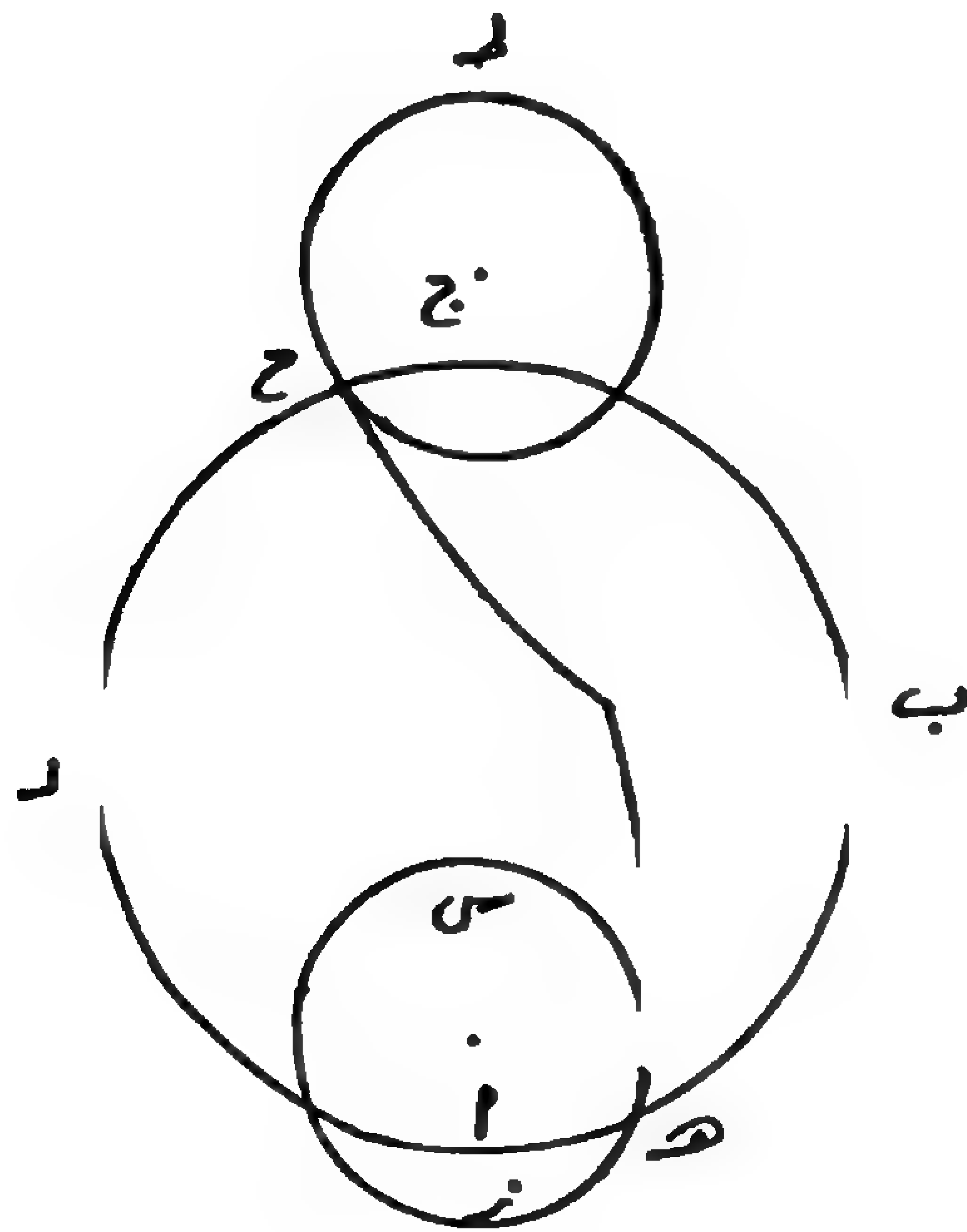
[3] ح، ع : نقطتى .

[4] ح : فصار .

[5] ح : مع .

ثم إذا وافت (ح) موضع (أ) وافت (ن) موضع (م) فصار وضع منطقة البروج كوضع دائرة (م ب أ ج)؛ وكان (م) أول الجدى فوق الأرض ، و (ج) أول الحمل على المشرق، و(أ) أول السرطان تحت الأرض، و(ب) أول الميزان على المغرب . ولكون نصف النهار مارة بنقطتى (م ـــ أ) تكون أيضاً مارة بقطبى منطقة البروج، ويكون فلك البروج قائماً[1] على قوائم . ثم يتحرك الفلك إلى أن يوافى (أ) نقطة (ك)، و(م) نقطة (ل)؛ ويعود الوضع الأول، وقد بان منه أن فلك البروج على نصف النهار على قوائم فى كل دورة واحدة[2] مرتين، وذلك ما أردناه .

ج : وأما الحكم الثالث، وهو أن منطقة البروج لايقوم على الأفق أصلاً إذا كان قطب الأفق فيما بين مدارى المنقلبين وقطبى الكل ، فلنعد لبيانه :



[1] ح : قائماً من اخرى عليها . [2] – ح .

الأفق وليكن (ب د)، والمـداران[1] وليكونـا (هـ ز ـــ ح ط)، وليكـن (هـ ز) منهما المدار الصيفي، وليكن (أ ج) قطبي الكـل، و(ك) قطـب الأفـق فيمـا بـين قطب (أ) ومدار (هـ ز)، وليكن (هـ ح) منطقة البروج .

نقول : فهي لايمكن أن تقوم على دائرة (ب د)؛ لأنها لو قامت عليها على قوائم لمرت بنقطة (ك)، فتكون حينئذ قاطعة لمدار (هـ ز) وكانت مماسة له، هذا خلف[*] . فإذن[2] الحكم ثابت، وذلك ما أردناه .

وأما باقي الأحكام وهو أن منطقة البروج تقوم على الأفق في دورة مرة إذا كان قطبا الأفق على المدارين، ومرتين إن كان بينهما .

فلنعد الأفق والمدارين والقطبين كما مـر، وليكـن (ز أ ج) نصـف النهـار . ونفرض قطبي الأفق أولاً على المدارين، فتكون لامحالة على الفصلـين المشـتركين بينهما وبين نصف النهار، وهما (ك ط)[3] . فإذا كان فلك البروج علـى وضـع دائرة (ط ل ك) مر بقطبي الأفق قائماً عليه علـى قوائـم؛ وظـاهر أن نقطـة (ك) لاتوافي في دورها على محيط مدار (ز هـ) ذلك الموضع إلا مرة واحدة؛ فإذن[4] فلك البروج لايقوم على الأفق مرة واحدة .

---

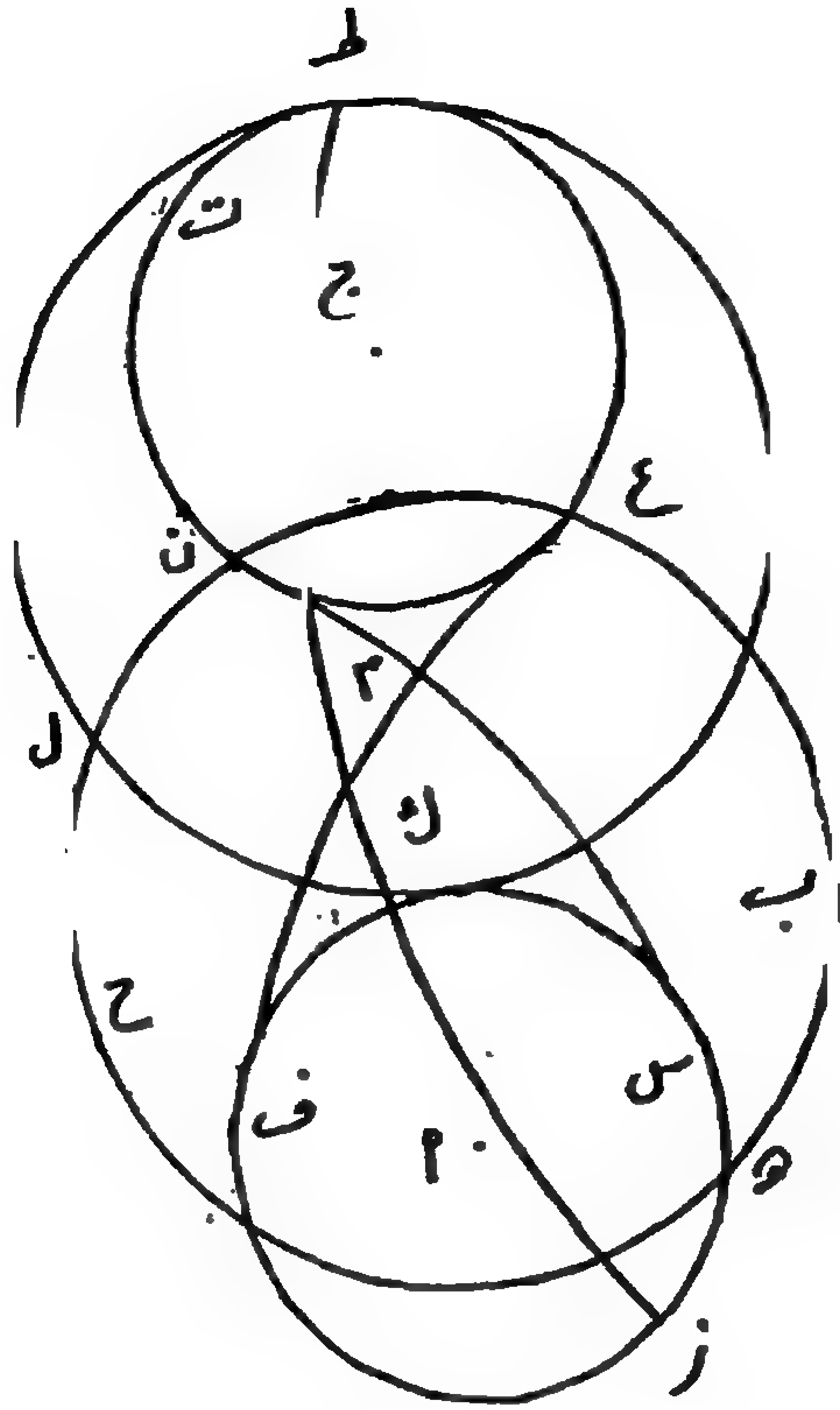
[1] ع : المدارين .

[*] يقصد برهان الخلف ، وهو نوع من البرهنة أساسها إثبات صحة المطلوب بإبطـال نقيضـه، أو فساد المطلوب بإثبات نقيضه . (المعجم الفلسفي، الهيئة العامة للكتاب لشـئون المطـابع الأميريـة (مجمع اللغة العربية) ، طبعة ١٩٨٣م.ص : ٣٣) .

[2] ح : فاذا .

[3] ع : طَ طَ .

[4] ح : فاذا .



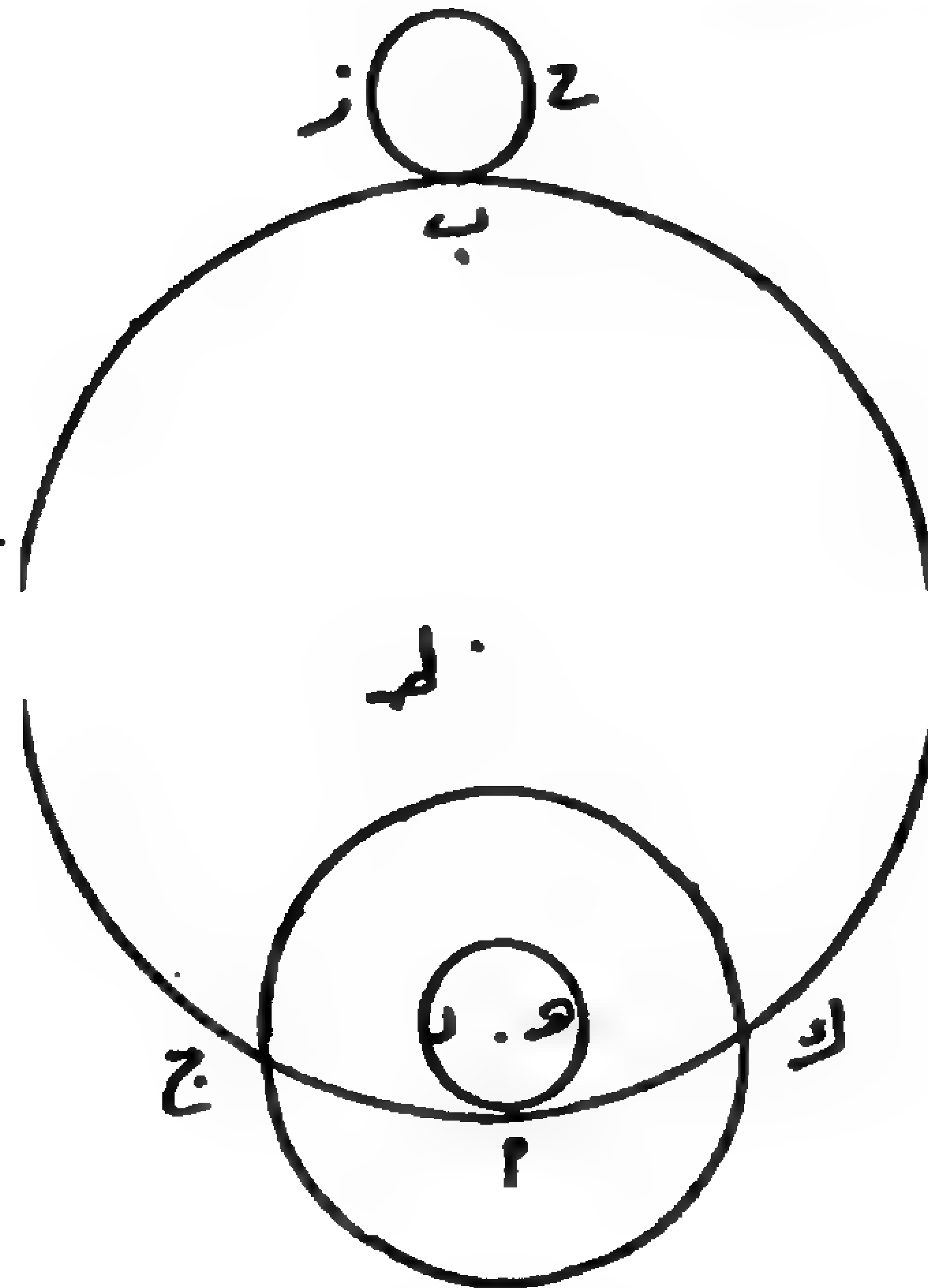
ثم ليكن القطب فيما بين المدارين عند نقطة (م)، ونخرج[1] من نقطة (م) عظيمتين تماسان مدار (هـ ز) ولتكونا (م ن ـــ م س)، فتكونان قائمتين على الأفق على قوائم، وهما تماستان المدار الآخر، فلتماساه على نقطتى (ع ف) . ولأن نصف (س م ف) غير ملاق لنصف (ك ل ط)، لكون قوس (ك س) شبيهة بقوس (ط ف)، ولتساوى المدارين تكون مساوية لها . وأيضاً لأن النصف الذى يبتدئ من (س) لا فى جهة (م) وينتهى إلى (ف) غير ملاق لنصف (ن م ع)، تكون قوس (س ز ن) مشابهة ومساوية لقوس (ف ح ع)،

---

[1] ع : وتخرج .

وتبقى (ن ك) مساوية لـ (ع ط) . فإذا تحركت نقطة (ك) تحركت نقطـة (ط)، وانتهتا معاً إلى نقطتى (س ف)؛ فانطبقت منطقة البروج علـى دائـرة (س م ف) وقامت على الأفق لقيامها عليه؛ ثم فارقتاهما[1] وانتهتا معـاً إلى نقطتـى (ن ع) وانطبقت المنطقـة علـى دائـرة (ن م ع)، فقـامت علـى الأفـق مـرة أخـرى؛ ثـم فارقتاهما وانتهتا معاً إلى موضعيهما الأولين . فإذن[2]، فلك الـبروج يقـوم فـى هذا الوضع على الأفق مرتين، وذلك ما أردناه .

هـ :كل مايطلع ويغرب من الثوابت، فهو يطلع ويغـرب دائمـاً على نقطتين بعينهما .



فليكن الأفق (أ ب ج)، وأعظم الأبدية الظهـور (أ د هـ)، وأعظـم الأبديـة الخفاء (ب ز ج)، وليكن (ط) كوكباً يطلـع ويغـرب ولايتحـرك غـير الحـركـة

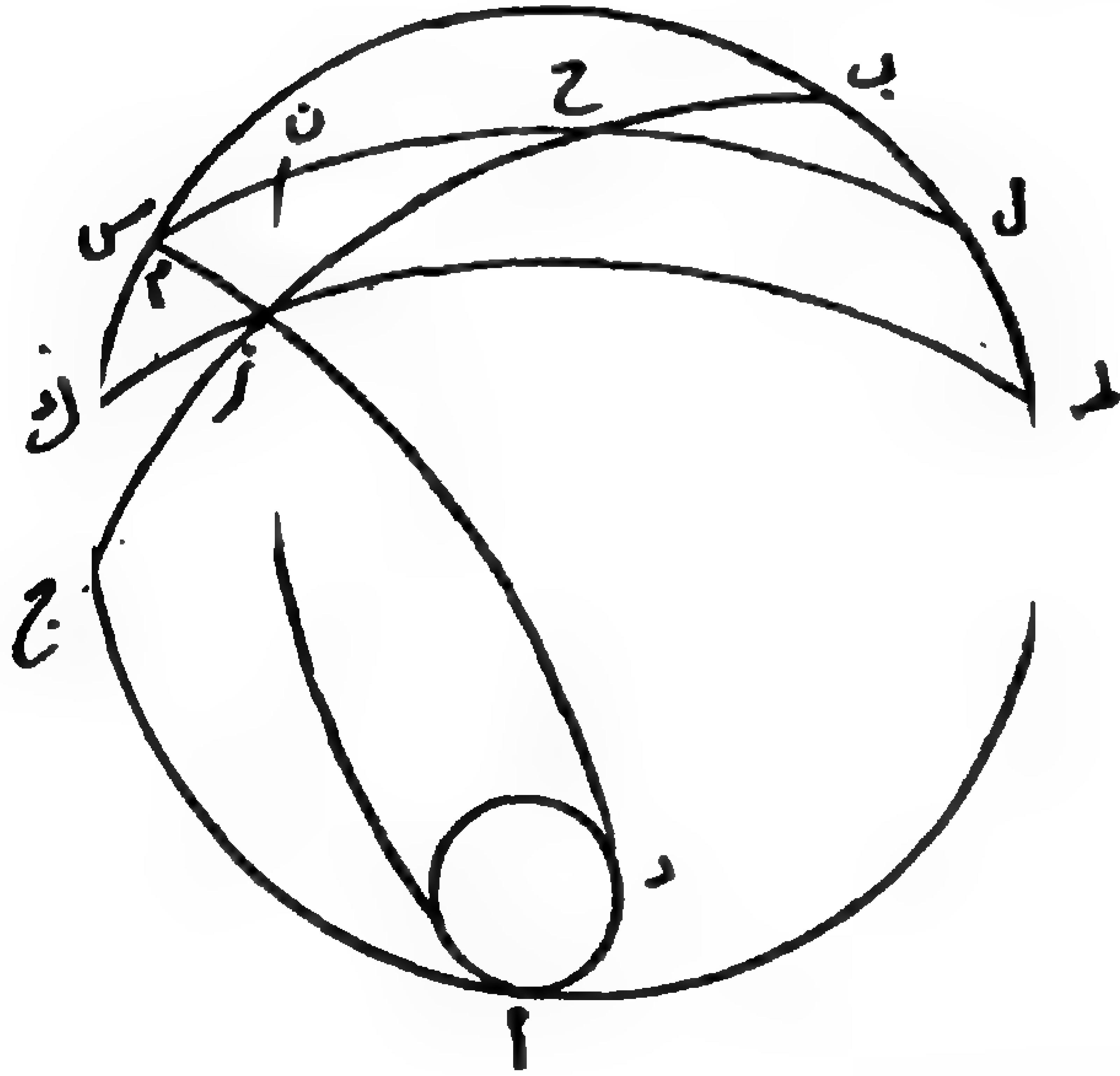
---

[1] ع : فارقاهما .   [2] ج : فاذا .

الأولى، فهو يرسم بحركته دائرة يقوم المحور عموداً عليها، وهي تقطع الأفق لكونه طالعاً وغارباً . فلتكن هي دائـرة (ج ط ك) ويلزمها الكوكب؛ ولتكن ناحية المشرق من جانب[1] (ج)، وناحية المغرب من جانب (ك)؛ فهو يطلع أبداً من (ج) ويغرب من (ك)؛ وذلك ما أردناه .

أقول: هذا بناءً على أن الثوابت لاتتحرك الحركة[2] الثابتة على ماقدمنا ذكره، وإذا كانت هي متحركة فلاتكون مشارقها ومغاربها نقطاً بأعيانها، فيكون [3] هذا الحكم حكم النقط التي لاتتحرك من الفلك .

و : كل ما كان من الكواكب على دائرة عظيمة غير قاطعة لأعظم الأبدية الظهور ولامماسة لها، فأقربها من القطب الظاهر يطلع بعد أبعدها ويغرب أيضاً بعده؛ وبالجملة ما يطلع أولاً يغرب أولاً، وبالعكس .



[1] ع : ناحية .

[2] ح : والحركة .

[3] ع : ويكون .

فليكن الأفق (أ ب ج)، وأعظم الأبدية الظهور (أ د هـ)، والعظيمة التى لاتقطع (أ د هـ) ولاتماسها هى (ج ز ب) . وليكن عليها كوكبا (ز،ح) . و(ز) أقرب إلى القطب الظاهر من (ح)[١] .

فنقول: إن (ح) يتقدم (ز) فى الطلوع والغروب جميعاً؛ ونرسم على (ز ح) مداريهما اليوميين، وهما (ط ز ك ـ ل ح م). وليكن (ج) جهة المشرق، و (ب) جهة المغرب؛ فنقطتا (ز ح) تطلعان من نقطتى (ك م) أبداً، وتغربان من نقطتى (ط ل)، وتلزمان مداريهما لما تقدم فى الشكل المتقدم . ولنجر[٢] على نقطة (ز) عظيمة تماس دائرة(أ هـ د)[٣] وهى (هـ ز ن)، ويكون نصف (هـ ز ن) غير ملاق لنصف (أ ك م)، فيكون قوسا (ز ك ـ م ن) متشابهين وتماماهما من المدارين؛ أعنى مايبتدئ من (ز) فى جهة (ط)، إلى أن ينتهى إلى (ك)؛ ومايبتدئ من (ن) فى جهة (ل) إلى أن ينتهى إلى (م) أيضاً متشابهان[٤] ، وتقطعهما نقطتا (ز ن) بحركة الكل فى زمان واحد . ويلزم منه أن (ز) إذا انتهى إلى (ك) مشرقها ، كان (ن) منتهياً إلى (م) مشرقها؛ فيكون (ح)[٥] طالعة قبلها أعنى قبل (ز)[٦] . وأيضاً نجر عظيمة أخرى على (ز) تماس أيضاً دائرة[٧] (أ د هـ) وهى (د ز س)، ويكون نصف (أ ط ل ب) غير ملاق لنصف (د ز س) . وتتشابه لذلك قوسا (ز ط ـ س ل)، وتقطعهما (ز س) فى زمان واحد.

---

[١] ح : ح هـ .

[٢] ع : ونجر .

[٣] ع : أ د هـ .

[٤] ∴ : متشابهين .

[٥] ـ ج .

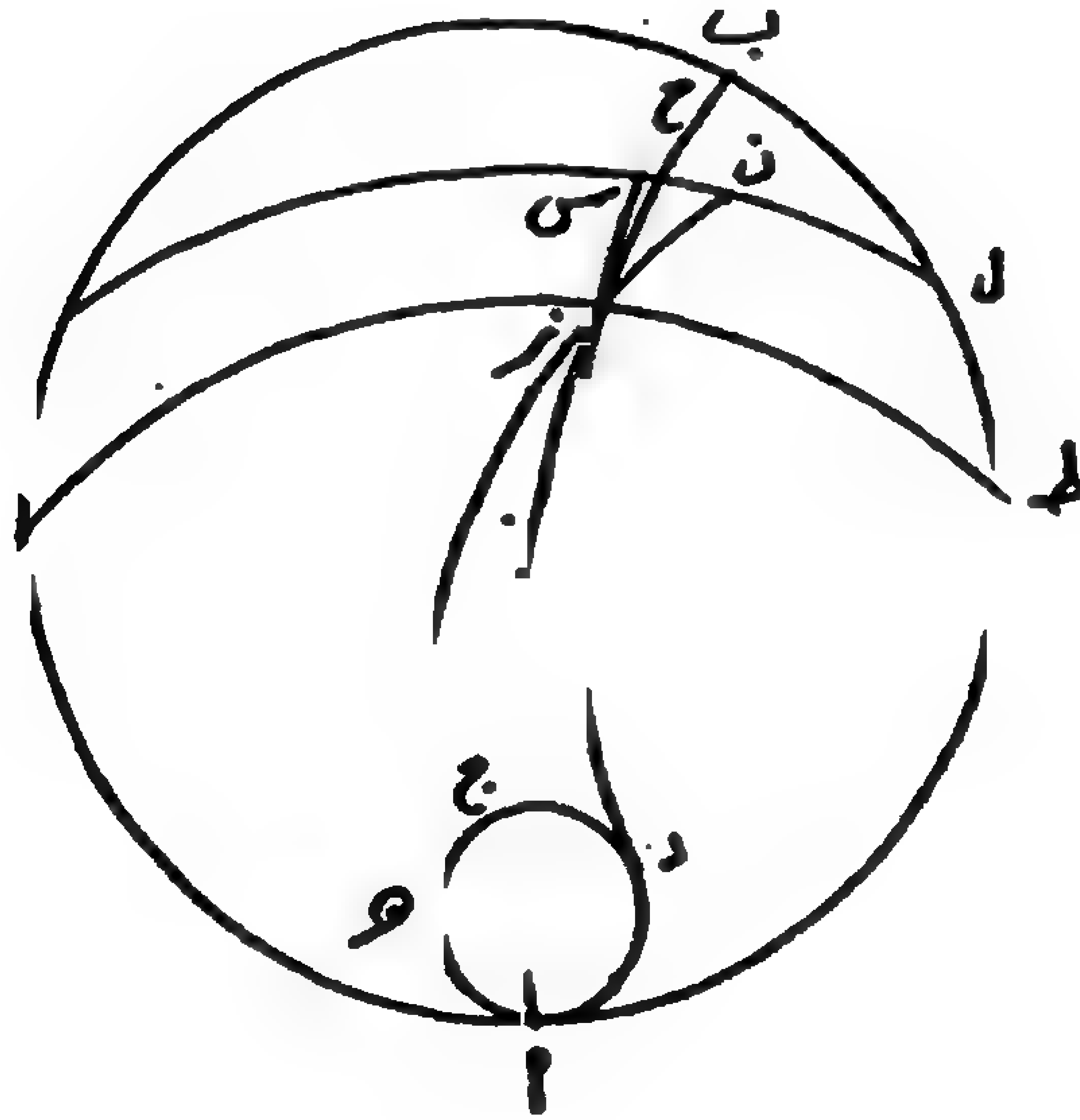
[٦] ج : "١" .

[٧] ـ ج .

ويلزم منه أن (ز) إذا انتهى إلى (ط) مغربها، تكون (س) منتهية إلى (ل) مغربها. فتكون (ح) غاربة قبلها، أعني قبل (ز)؛ وذلك ما أردناه .

ز : كل ماكان من الكواكب على دائرة عظيمة قاطعة لأعظم الأبدية الظهور، فأقربها من القطب الظاهر يطلع قبل أبعدها منه ويغرب منه[1] بعده .

ولنعد (أ ب م) الأفق، و(أ د هـ) أعظم الأبدية الظهور ، ولتقطعها عظيمة (ج ز ح ب) وعليها كوكبا (ز ،ح) . وليكن (ز) أقرب إلى القطب الظاهر من (ح)؛ فنقول إن (ج ز) يطلع قبل (ح) ويغرب بعده .



(1) - ع .

وليكن المشرق ممايلى (ك)وليمر بنقطتى (ز ح) مدار (أ ك ـــ و ط م ـــ ح ل)[1] اليوميان القائمان على المحور على ماتبين فى شكل (٥) من هــذه المقالـة . ونرسم عظيمة (هـ ز ن) مـارة بنقطـة (ز) ومماسة لدائـرة (أ د هــ)، [فيكـون نضـف (هـ ز ن)][2] غــير مــلاق لنصــف (أ ك م)، وتكــون (ك ز ـــ م ن) متشابهتين وكذلك تماماهما . أعنى القوس المبتدئة من (ز) فى جهة (ط) المنتهية إلى (ك)، والمبتدئة من (ن) فى جهة (ل) المنتهية إلى جهة (م)، وتقطعهما نقطتـا (ز ـ ن) فـى زمـان واحـد. ويـلزم منـه أن (ز) إذا انتهــت إلى (ك) ـــ أعنــى مشـرقهـا ـــ انتهـت (ن) أيضـاً إلى (م) مشـرقها، وتكـون لامحالـة (ح) طالعـة بعدهما . وأيضاً نرسم عظيمة (د ز س) مــارة بنقطـة (ز) وممارسـة لدائـرة (أ د هـ) على أن نصف (د ز س) غير مــلاق لنصـف (أ ط ل)، فيكـون (ط ز ـــ ل س) متشابهتين . ويلزم بمثل مامر أن (ز) ينتهى إلى (ط) مغربها مع انتهــاء (س) إلى نقطة (ل) مغربها، وتكون حينئذ (ح) غاربة قبلهما . فإذن[3] (ز) تطلع قبل (ح) وتغرب بعدها، وذلك ماأردناه .

ح : الكواكب المتقاطرة الكائنـة على دائـرة عظيمـة كفلـك[4] البروج أو معدل النهار، فإنها تطلع وتغرب على التبادل .

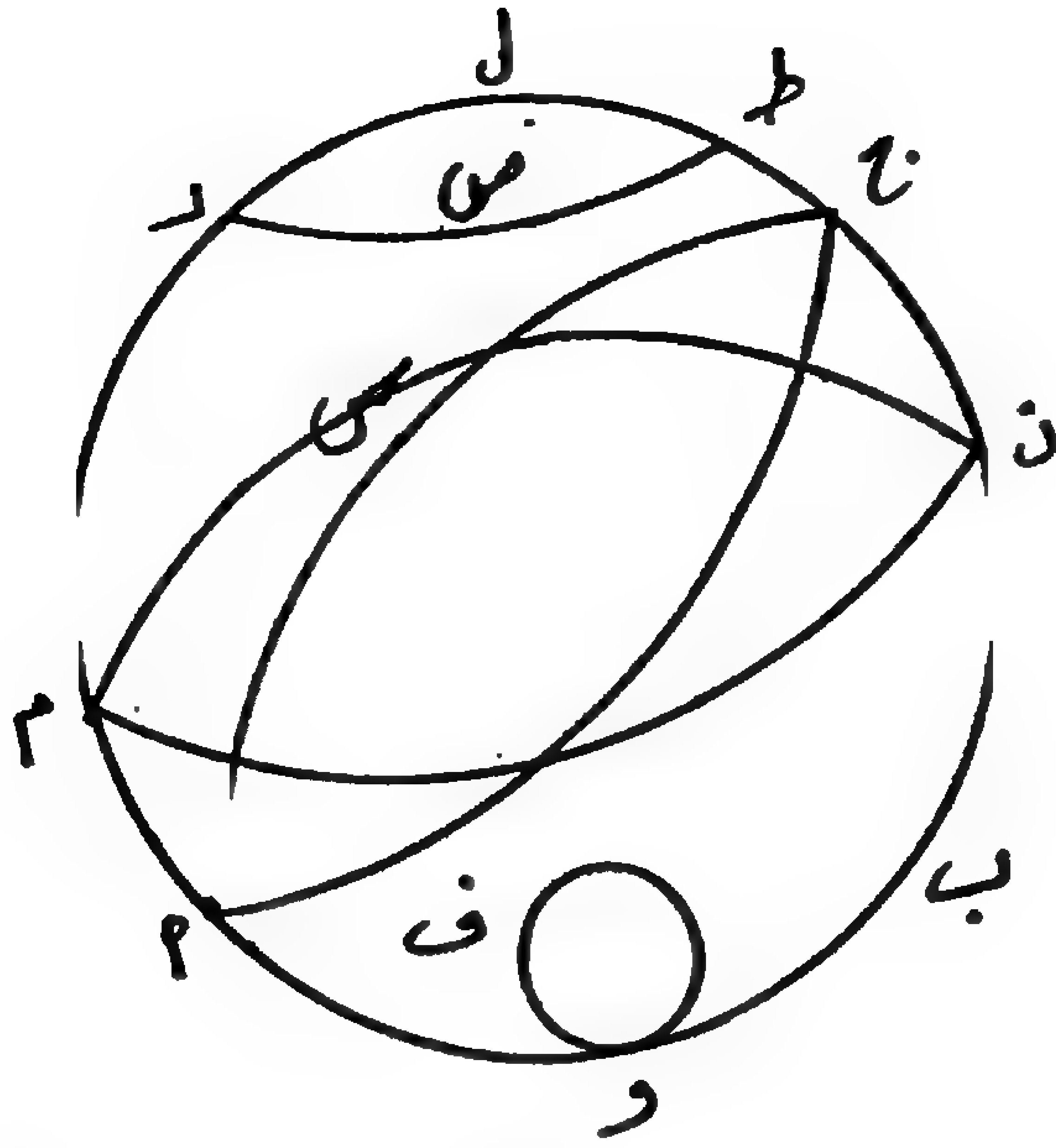
---

[1] ع : أ ك ز ط هـ ح ل .

[2] – ج .

[3] ج : فاذا .

[4] ج : لفلك .



فليكن الأفق (أ ب ج د)[1] ، والأبدية الظهور (هـ ز)، والأبدية الخفـاء (ح ط)، والقطبان (ك ل)، ونصف فلك البروج الظاهر (أ س ج)، ونصفهـا الخفى (ن ع أ)[2] ، [ونصف معدل النهار الظـاهر (م س ن)، ونصفهـا الخفى (ن ع م)][3] .

وليكن (أ ج) كوكبين متقابلين على قطر واحد، فنقـول إذا طلع أحدهمـا غاب الآخر وبالعكس؛ وكذلك اللذان على نقطتى (م ن) . وليكن المشرق ممـا يلى (أ د)، [وليكن (أ ب)][4] القطعة الظاهرة من المـدار اليومـى الـذى لـ (أ)، و(ج د) القطعة الخفية من المدار اليومى الذى لـ (ج) .

---

(1) ع : أ ج د .
(2) ج : ن ع م .
(3) — ج .
(4) — ع .

ولما تقدم فى شكل (٥) تكون نقطتا (أ ـ ج) لازمتين لهما، طالعتين من نقطتى (أ ـ د)، غاربتين من نقطتى (ب ـ ج) . ونرسم عظيمة تمر بنقطتى (هـ ـ ك) فهى تمر بنقطتى (ح ـ ل) أيضاً لكونها مارة بالنقطة التى تماس عليها دائرتا (أ ب ج ـ د هـ ز)، أعنى نقطة (هـ) وبقطب (ك)، فهى أيضاً تمر بقطب دائرة (أ ب ج د). ولأن قوسى (ج د أ ـ ن د م) نصفا عظيمتين، فهما متساويتان . ونلقى (ج د م) المشتركة، فتبقى (ن ج) مساوية لـ (م أ) . ولأن دائرة (أ ب ج ـ د ن م) تقطع دائرة (أ ب ج د) وتمر (هـ ك ل) بأقطابها، فهى تنصف قطعها . وكذلك تكون (أ هـ) مساوية لـ (هـ ب) و (د ح) لـ (ح ج) و (ن ج) لـ (د م) ، ويبقى (ن ج). أعنى (أ م) مساوية لـ (د م) ولتساويهما يكون مدارا (أ ب ـ ج ب) متساويين، وقوس (أ ف ب) الظاهرة مساوية لقوس (ج ص د) الخفية المتبادلة معها[1] . ولما صادر به أوطولوقس كتابه يساوى الزمان الذى فيه يقطع (أ) قوس (أ ف ب) الزمان الذى يقطع فيه (ج) قوس (ج ص د)، فيكون غروب نقطة (أ) وطلوع نقطة (ج) فى وقت واحد؛ وبمثله تبين أن طلوع (أ) وغروب (ج) فى وقت واحد . وأما على معدل النهار فلكون (م س ن ـ ن ع م) نصفين متساويين، وبمصادرة أوطولوقس يكون طلوع (م) عند غروب (ن) وبالعكس . وكذلك الحكم فى سائر النقط التى على دائرتى (أ س ج ع ـ م س ن ع)، وحكم غيرهما من الدوائر حكم فلك البروج؛ وذلك ما أردنا .

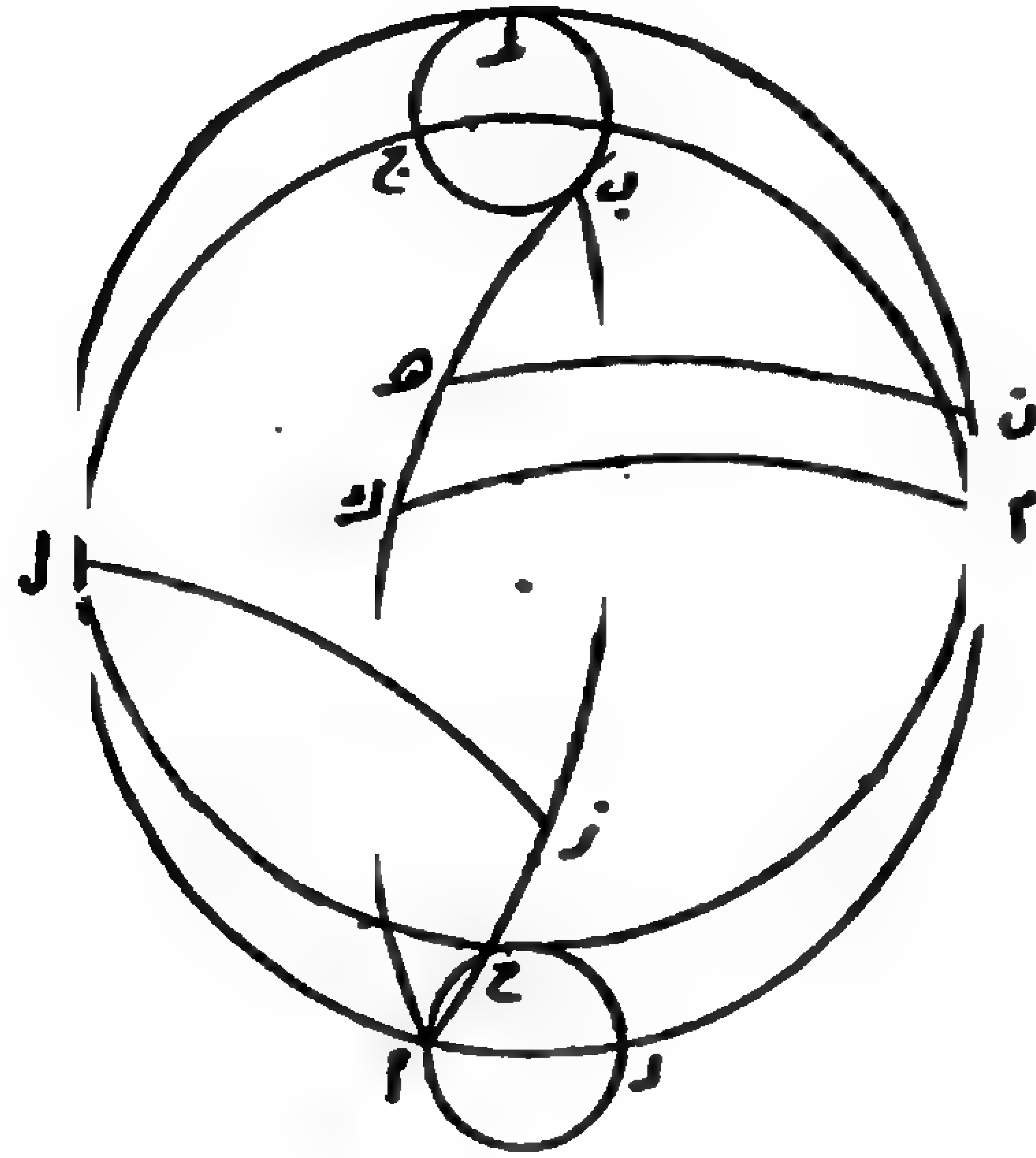
وليكن لبيان ماذكر فى الشكل الثامن، وهو[2] أن الكواكب المتقاطرة على فلك البروج تطلع وتغرب معاً على التبادل . (أ ج ب د) الأفق، و (أ ح د)

---

(1) ف : لها

(2) ع : هو .

المـدار الصيفـى، و(ب ط ج) المـدار الشـتوى، و(أ ز ب هـ)[1] فلـك الـبروج النصـف الخفـى منـه (أ ز ب) ، والنصـف الظـاهر (ب هـ أ) ، و (هــ ز) عليهما نقطتان متقابلتان على طرفى قطر واحدٍ .



نقول: فعند طلوع (ز) يجب أن يغرب (هـ) وبالعكس ، وذلـك لأن عنـد طلوع (ز) إن لم يغرب (هـ)، فليغرب غيره وليكن (ك) . ونرسم مـن مـدارات نقط (ز ــ هــ ــ ك) قسى (زل ــ هــ ن ــ ك م)؛ فـإذا تحرك الفلـك إلى أن ينتهـى[2] (ز) إلى (ل) طالعاً ــ انتهى (أ) مثلاً إلى (ح)، و (ب) إلى (ط)، و (هـ) إلى (ن)، و (ك) إلى (م) غاربا؛ فصار وضع فلك البروج كدائرة (ح ل ط م) [يقاطع فلك البروج والأفق ، وهما عظيمتان][3] ؛ ووجـب أن يكـون (ل ح م) نصف دائرة البروج؛ لكون (ل م) يقاطع فلك البروج والأفق، وهمـا

---

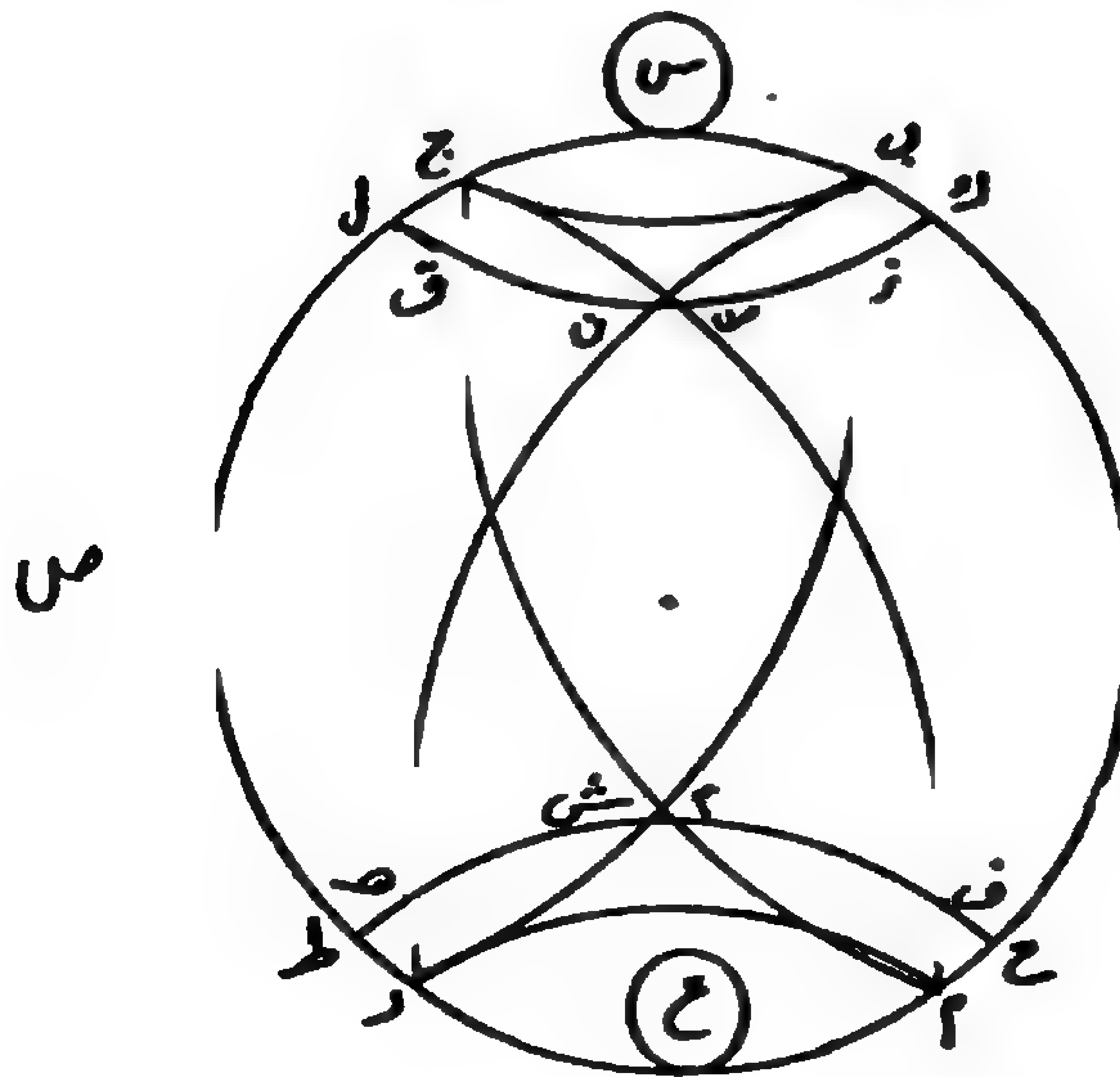
(1) ج : أ هـ ب هـ .

(2) ى : انتهى .

(3) ــ ع.

عظيمتان؛ ووجب أيضـاً أن يكـون (ل ح ن) نصفـه لكـون نقطتـى (ل ـــ ن)، أعنى (ز ـ هـ) على طرفى قطـر واحـد لدائـرة عظيمـة، هـذا خلـف. فـإذن[1] الحكم ثابت، ولذلك ما أردناه.

ط : إذا كان مدار المنقلبين أعظم من الدائرتين الأبدية الظهور والخفاء كل من نظيرته ـ فإن فلك البروج يطلع ويغرب على جميع القوسين اللتين بين دائرتى المنقلبين من الأفق. وأحد نصفى البروج اللذين بين المنقلبين يذهب فى الطلوع من جهة القطب الظاهر إلى جهة القطب الخفى على توالى البروج، والنصف الآخر يذهب على خلاف ذلك . وماكان طلوعه مما يلى القطب الظاهر ـ كان غروب نظيره مما يلى القطب الخفى وبالعكس . وأوضاع البروج تختلف فى الانتصاب والانخفاض، وبالقياس إلى الأفق.



---

[1] ح : فاذا .

فليكن الأفق دائرة (أ ب ج د)، والمدار الصيفـى (أ د)، والمدار الشتوى (ب ج)، وفلك البروج (د هـ ز ب)[1] . وليكن قـوس (د ب ز)[2] النصـف الظاهر منه، وقوس (ب هـ د) الخفي. وليكـن (ص ز) مطلـع معـدل النهـار ومغيبه ، والمشرق مما يلى (ص).

فأقول : إن فلك البروج يطلع على جميع قوس (د ص ج) ، ويغيب علـى جميع قوس (ب ز أ). وإن أجزاء (د هـ ب) تأخذ فى الطلوع من (د) نحـو (ص) إلى (ج) على الترتيب آخذة نحو القطب الخفى وهو (س)، وأجـزاء (ب ز د) تأخذ فى الغروب من (ب) نحو (ز) إلى (أ) علـى الـترتيب آخـذة نحـو القطب الظاهر وهو (ع) . وكل جزء[3] يطلع فيما بـين (د ص)، فـإن نظـيره يغرب فيما بين (ب ز) . وكل جزء[4] يطلع فيما بـين (ص ج)، فـإن نظـيره يغرب فيما بين (ز أ) .

أما أن فلك البروج يطلع على جميع قوس (د ص ج) ، ويغيب على جميـع قوس (ب ز أ). فلما تبين فى شكل (يا) من كتاب "أوطولوقـس" ؛ وأمـا أن أجزاء (د هـ ب) تأخذ فى الطلوع من (د) نحو (ص) ، ونظيرها يأخذ فـى الغروب مـن (ب) نحـو (ز)[5] ـــ فليكـن لبيانـه قوسـا[6] (د هـــ ب ز) متقابلتين متساويتين، وليمر بنقطتى (هـ ز) مدارا (ح هـ ط ـ ك ز ل)، فهما

---

(1) ع : د هـ ب ز .

(2) ع : د ز ب .

(3) ع : جزؤ .

(4) ع : جزؤ .

(5) ــ ع .

(6) ــ ع .

يلزمانهما ويطلعان من نقطتى (ط ل) ويغربان على نقطتى (ح ك) على مـامر فى الشكل الخامس .

وإذا أخذنا (هـ ب) مشتركة يكون (هـ د ب) النصـف مساوية لـ (هـ ب ز) ، فنقطتا (هـ ز) متقابلتان متقاطرتان. ولأن نقطة (د) المنقلب الصيفى وفلك البروج تماس دائرة (أ د) وتقطع سائر المتوازية ، فتكون (دهـ ــ د م) متساويتين. وكذلك (ب ز ــ ب ن) ، وكان (هـ د) مثل (ب ز) ــ فـ (دم) مثل (ب ن). وإذا جعل (ب م) مشتركة كان قوس (ب م د) النصف مساوية لقوس (ب م ن) ، فنقطتا (م ن) أيضاً متقابلتان متقاطرتان.

ولما مر فى الشكل الثامن يكون طلوعها وغروبها على التبادل ، وكذلك طلوع نقطتى (هـ ز) وغروبهما. وعند طلوع نقطة (د) من موضعها، يكون غروب (ب) فى موضعها. وعند طلوع (هـ) من نقطة (ط) ، يكون غروب(ز) فى نقطة (ك). فيكون طلوع قوس (د هـ) على قوس (د ط) على الترتيب ، وغروب قوس (ب ز) على قوس (ب ك)[1] على الترتيب؛ كل منهما آخذة مما يلى أحد القطبين إلى ما يلى القطب الآخر على خلاف نظيرتها . وبمثل ذلك تبين أن جميع نصف (د هـ ب) يطلع فى جميع قوس (د ص ج) ونظيرها، ويغرب على جميع نظيرها. ويصير وضع فلك البروج حينئذ كوضع دائرة (أ ش ج ف) ، ونجعل نصف (أ ش ج) الظاهر ونصف (ج ف أ) الخفى . وتبين كما مر تقاطر نقطتى (ف ق) ونقطتى (ش ص)، وأن نصف (ج ف أ) يطلع فى جميع قوس (ج ص د) آخذة من جهة (س) إلى جهة (ع) على الترتيب، وأن النصف الآخر يغرب على جميع قوس (أ ز ب)

---

[1] ع : ب ط .

آخذة من جهة (ع) إلى جهة (س)؛ وقد تبين أن لكل واحد من نصفى البروج انتقالين فى الطلوع والغروب إلى جهتين مختلفتين.

وظهر مما بينا أن كل جزء يطلع شمالياً فنظيره يغرب جنوبياً، وبالعكس . وبسبب اختلاف وضع هذه الحركات، يختلف وضع فلك البروج فى المساكن التى تحته. وعند وصول المنقلب الصيفى إلى نصف النهار الظاهر ، يكون فلك البروج قائماً على نصف النهار قريباً من الانتصاب . وعند وصول الشتوى إليه، يكون أيضا قائماً قريباً من الانخفاض. وفيما بينهما ـ فيما بين ذلك الانتصاب وهذا الانخفاض ــ غير قائم عليه؛ وذلك ما أردناه.

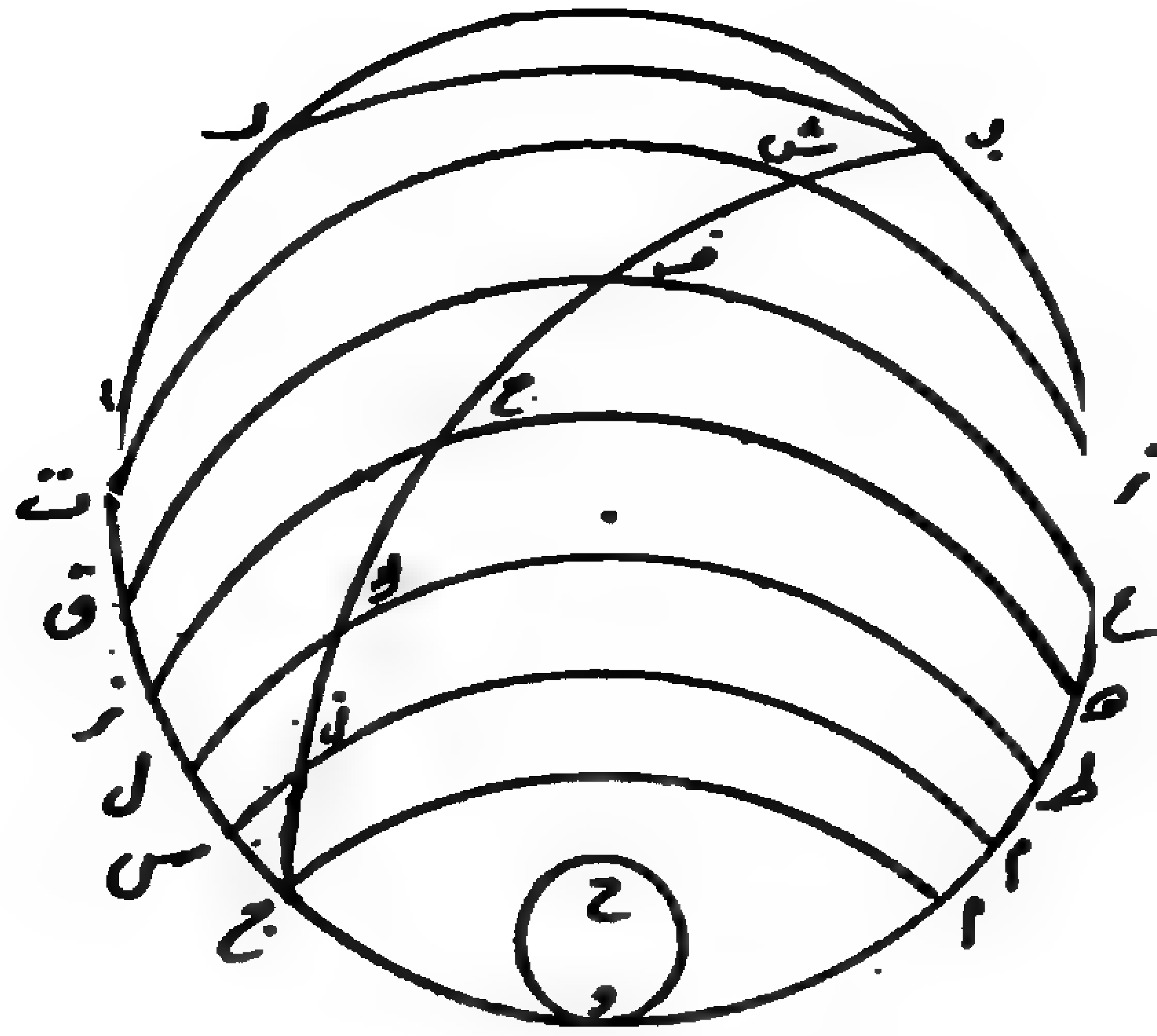
ى : القسى المتساوية من فلك البروج المختلفة البعد من نقطتى الاعتدال(*) تطلع وتغرب على قطع غير متساوية من الأفق، ويكون ما هو أقرب إلى نقطتى الاعتدال منها أعظم مما هو أبعد. والمتساوية البعد من نقطتى الاعتدال تطلع وتغرب على قطع متساوية من الأفق.

(*) نقطتى الاعتدال هما :

١ ــ نقطة الاعتدال الخريفى : وهى رأس الميزان ؛ لأن الليل والنهار يعتدلان فى الخريف إذا بلغته الشمس .

٢ ــ نقطة الاعتدال الربيعى: وهى رأس الحمل ؛ لأن الشمس إذا بلغته اعتدل النهار فى الربيع.

(الخوارزمى : مفاتيح العلوم، مكتبة الكليات الأزهرية، الطبعة الثانية، القاهرة ، ١٩٨١م.ص:١٢٦) .



فليكن الأفق (أ ب ج د) ، وأعظم الأبدية الظهور (ح) ، وفلك البروج (ب ح ج) ، ومعدل النهار (هـ ح ز) وليتقاطعا على (ح) . وليكن (ب) المنقلب الشتوى، و (ج) الصيفى . ولتكن قسى (ح ك ــ ك ن ــ ن ج) متساوية، وكذلك قسى (ح ف ــ ف ش ــ ش ب) ، وليمر بنقط (ك ــ ق ــ ج ــ ف ــ ش ــ ب) ، مداراتها اليومية وهى (ط ك ل م ن س أ ج ع ف ق ز ش ت ب د) .

نقول : فقوس (زل) أعظم من (ل س)، و (ل س) أعظم من (س ج). وكذلك فى الجانب الآخر ، و (زق) أعظم من (ق ت) ، و (ق ت) أعظم من (ت د) ، وأن (ز ل) مساوية لـ (زق) ، و (ل س) لـ (ق ت) ، و(س ج) لـ (ت د) . وكذلك القول فى القسى التى بين حدى (أ ب) ، وذلك لأن أفق (أ ب ــ د ج) ماست دائرة (وح) ونظيرتها من المتوازية ، وعظيمة (ب ح ج) ماست دائرتى (أ ج ــ ب د) ، وهما أعظم

من الأوليين. ونقطتـا التمـاس ، أعنى نقطتى (ج ـ ب) أيضـا علـى العظيمـة الأولى.

وقد فصلت من المائلة قسى[1] متساوية متصلة على الولاء فى جهـة واحـدة من أعظم المتوازيات ، أعنى من (هـ ح ز) ؛ فيكون ما أدعيناه واجباً عن ذلـك لما ثبت فى شكل (ز) من مقالة (ج) من أكـر "ثاوذوسيوس"[2] ؛ وظـاهر أن (زل) مساو لـ (هـ ط) ، و (ل س) مساو لـ (ط م) ، و (س ج) مساو لـ (م أ) ، و (ز ق) مساو لـ (هـ ع) ، و (ق ت) مساو لـ (ع ز) و (ت د) مساو لـ (ز ب) . ولكون النقط[3] التى هى (ج د) مشارق نقط (ج ـ ن ـ ك ـ ح ـ ف ـ ش ـ ب) والتى هى (أ ب) مغاربها ، فيكون طلوع قسى (ح ك ـ ك ن ـ ن ج) وغروبها على ما أوجبنا، وكذلك فى قسى (ح ف ـ ف ش ـ ش ب) . ولو لم تكن الأفق مائلة على المتوازية ـ لثبـت الحكـم بمـا[4] ثبـت فـى شـكل (ه) مـن مقالـة (ج) مـن أكـر " ثاوذوسيوس "[5] . وأيضـاً لتساوى قوسى (ح ف ـ ح ك)[6] تكون مدارا (ع ق ـ ط ل) متساويين، ولتساويهما يكون (ز ق) مساويا لـ (د ل) .

وتبين بمثل ذلك تساوى (زب ـ زس) ، فتبقى (ق ب) مساوية لـ (ل

---

[1] ج : قسيا.

[2] وهو من الحكماء الرياضيين والمهندسين المشهورين من حكماء اليونان، وله تصانيف حسان فى الرياضة والهندسة. وله الكتاب المشهور الذى هو أجلّ الكتب: المتوسطات بين كتاب إقليدس والمجسطى، وهو كتاب الأكر . (القفطى : إخبار العلماء ، ص : ٧٦) .

[3] ج : النقطة .

[4] ع : كما .

[5] ج : ثاذودسيوس .

[6] ع : ح ف ح ط .

س) ، وكذلك فى البواقى . ويظهر من ذلك حال سعة المشارق والمغارب للقسى المتساوية من فلك البروج عن جنبتى نقطتى الاعتدال ، وذلك ما أردناه.

يا : أزمنة طلوع أنصاف فلك البروج التى لاتكون مبادئها على مدار واحد بعينه مختلفة، وأطولها زمان طلوع النصف الذى يكون مبدؤه [1] أول السرطان؛ ثم ما يتلوه على الترتيب إلى أول الجدى، أعنى كل ماكان مبدؤه[2] أقرب إلى أول السرطان، فزمان طلوعه أطول مما يكون مبدؤه[3] أبعد منه، وأقصرها زمانا[4] الذى يكون مبدؤه[5] أول الجدى؛ ثم مايتلوه على الترتيب إلى[6] أول السرطان. وأما الأنصاف التى تكون مبادئها على مدار واحد بعينه ، فأزمنة طلوعها متساوية ؛ وتلك الأنصاف تكون لامحالة عن جنبتى أول السرطان والجدى .

أقول : وهذه الأزمنة هى التى تسمى قسى نهار النقطة التى هى مبادئ تلك الأنصاف ، والنقط التى تكون على مدار واحد هى التى يقال لها المتساوية فى طول النهار، كأول الأسد وأول الجوزاء .

---

(1) ع : مبدأه .

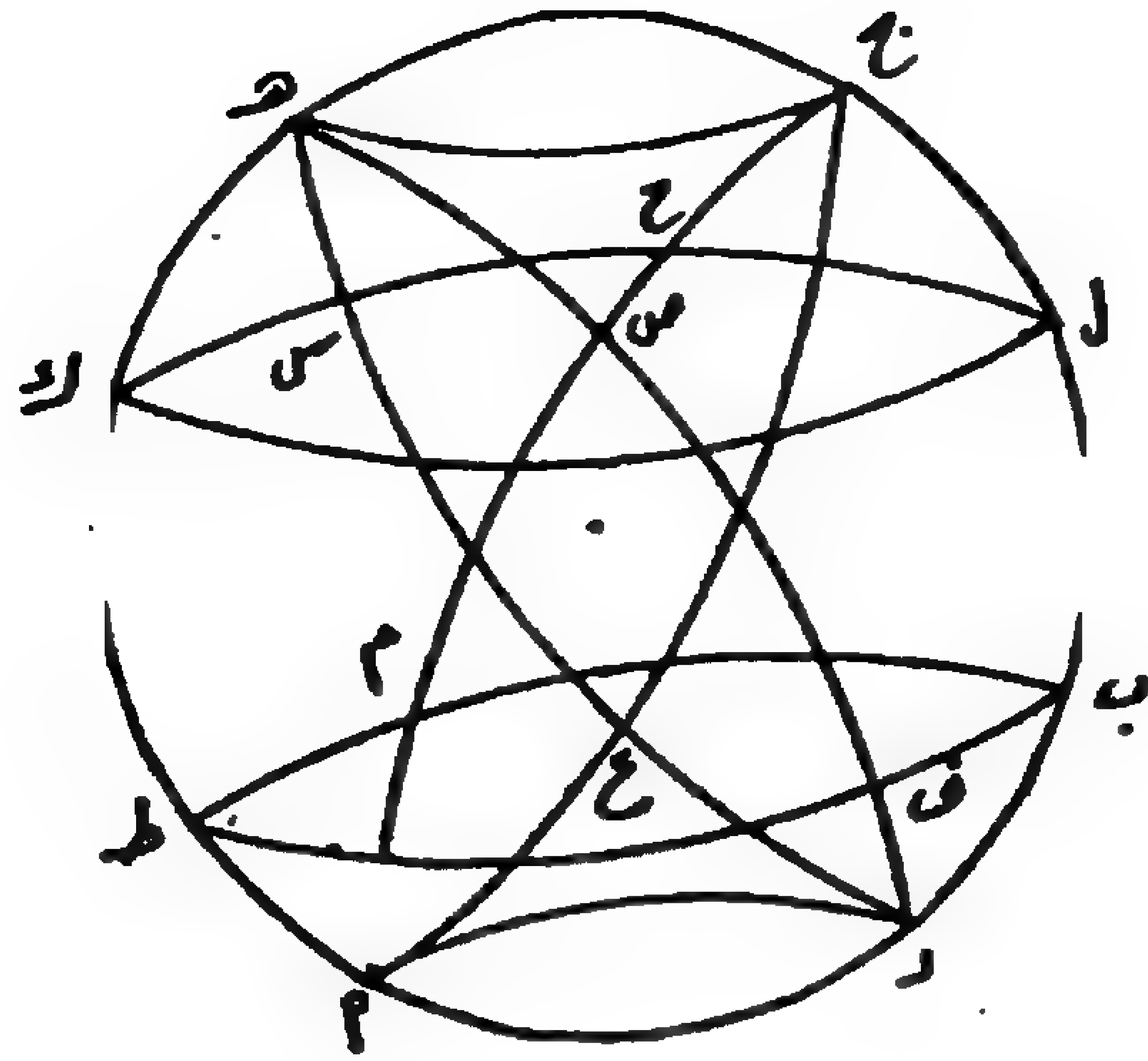
(2) ع : مبدله .

(3) ع : مبدأه .

(4) ع : زمان .

(5) ع : مبدله .

(6) ع : على .



فليكن الأفق (أ ب ج)، والمماسة لأول السرطان (أ د) ، والمماسة لأول الجدى (ج هـ) ، وفلك البروج (أ ح – ج ز) . وليكن المشرق مما يلى (أ هـ) فـ (أ) أول السرطان ، و (ج) أول الجدى . وليكن توالى البروج على (أ ز ج) ، وهذا النصف تحت الأرض ، و(ج ح أ) فوقها . ولنفصل (أ ز ج ح) متساويين متقابلين، ونرسم على (ز ح) مدارى (ب ز – ط م – ل ن – ك ح). وليكن (ط م ب – ك ح ل) منهما[1] فوق الأرض، فيكون قوسا (أ ز– أ م) متساويين. وكذلك قوسا (ح ج – ج ن)، ولتساوى (أ ز – ح ج). فإذا جعلنا (ز ج) مشتركة، يكون نصف (أ ز ج) مساوية لـ (ز ج ح)، ويكون لذلك نقطتا (ز ج) متقاطرتين، وكذلك نقطتا (م ن) . ولكون (أ د) أقرب إلى القطب الظاهر من (ط م ب) وهى من (ك ح ل)[2] وهى

---

(1) + ع .

(2) ع : ح ك ل.

من (هـ ج) ـ يكون قوس (أ د) أعظم من القوس الشبيهة من دائرتها بقوس (ط م ب) ؛ وكذلك (ط م ب)[1] من الشبيهة بقوس (ك ح ل)، وهـي مـن الشبيهة بقوس (هـ ج) ؛ ويكون الزمان الذى يقطع فيه (أ) [قوس (أ د) أطول من الزمان الذى يقطع فيه][2] (ز) قوس (ط م ب)، وهو أطـول مـن الزمـان الذى [يقطع فيه (ج)][3] قوس (ح ك ل)، وهو أطول من الزمان الذى يقطع فيه (ج) قوس (هـ ج). وظـاهر أن (أ) إذا قطعت (أ د) التى هـى فـوق الأرض قطعت (ج) فى ذلـك الزمـان القطعة ــ مـن مدارهـا ــ التـى تحت الأرض، و (أ ج) يصيران معاً فى وقت واحد إلى نقطتى (د هـ) ويصير حينئذ نصف (أ ز ج) بأسره ظاهراً ، فيكون لذلك الزمان الذى فيه يقطـع (أ) قـوس (أ د) هو الزمان الذى يطلع فيـه نصـف (أ ز ج) ؛ وإذا كـانت (ز) علـى (ط) تريد الطلوع كانت (ح) علـى (ل) تريـد الغـروب ، حتـى إذا قطعـا[4] قوسى (ط م ب ـ ل ن ك) صارتا معاً علـى نقطتـى (ب ك)، وصـار حينئـذ نصف (ج ز ح) بأسره ظاهراً، فيكون لذلك الزمان الذى يقطع (ز) قوس (ط م ب)[5] هو الزمان الذى (يطلع فيه)[6] نصف (ز ج ح).

وبمثله تبين أن الزمان الذى فيه يقطـع (ل)[7] قـوس (ك ح ل) هـو الزمـان الذى فيه[8] يطلع نصف (ن ج م) ، والزمان الذى يقطع فيه (ج) قـوس (هـ

---

(1) + ع .

(2) + ع .

(3) + ع .

(4) ج : قطع .

(5) ع : هو الزمان الذى فيه يقطع (ز) قوس (ط م ب) .

(6) ج : فيه يطلع .

(7) ع : ن .

(8) + ع .

ج) هو الزمان الذى يطلع فيه[1] نصف (ج ح أ). فإذن[2] زمان طلوع نصف (أ ز ج) الذى مبدؤه[3] (أ) أطول من زمان طلوع نصف (ز ج ح) الذى مبدؤه[4] (ز)، وهو أطول من زمان طلوع نصف (ز ج م) الذى مبدؤه[5] (ن)، وزمان طلوع نصف (ج ح أ) الذى مبدؤه[6] (ج) أقصر من الكل .

وبمثل ذلك تبين أنه أقصر من زمان طلوع نصف (ح أ ز) الذى مبدؤه[7] (ح)، وهو أقصر من زمان طلوع نصف (م أ ن) الذى مبدؤه[8] [(م) ، وهو أقصر من زمان طلوع نصف (ن أ ج) الذى مبدؤه][9] (أ) . وكذلك لو فرضنا وضع فلك البروج بين نقطتى (د هـ) لدائرة (س د ف) ، ويكون (هـ س د) على توالى البروج تحت الأرض من أول الجدى إلى أول السرطان، و (د ص هـ) فوقها من أول السرطان إلى الجدى ؛ ونبين به ما بيناه[10] أولاً .

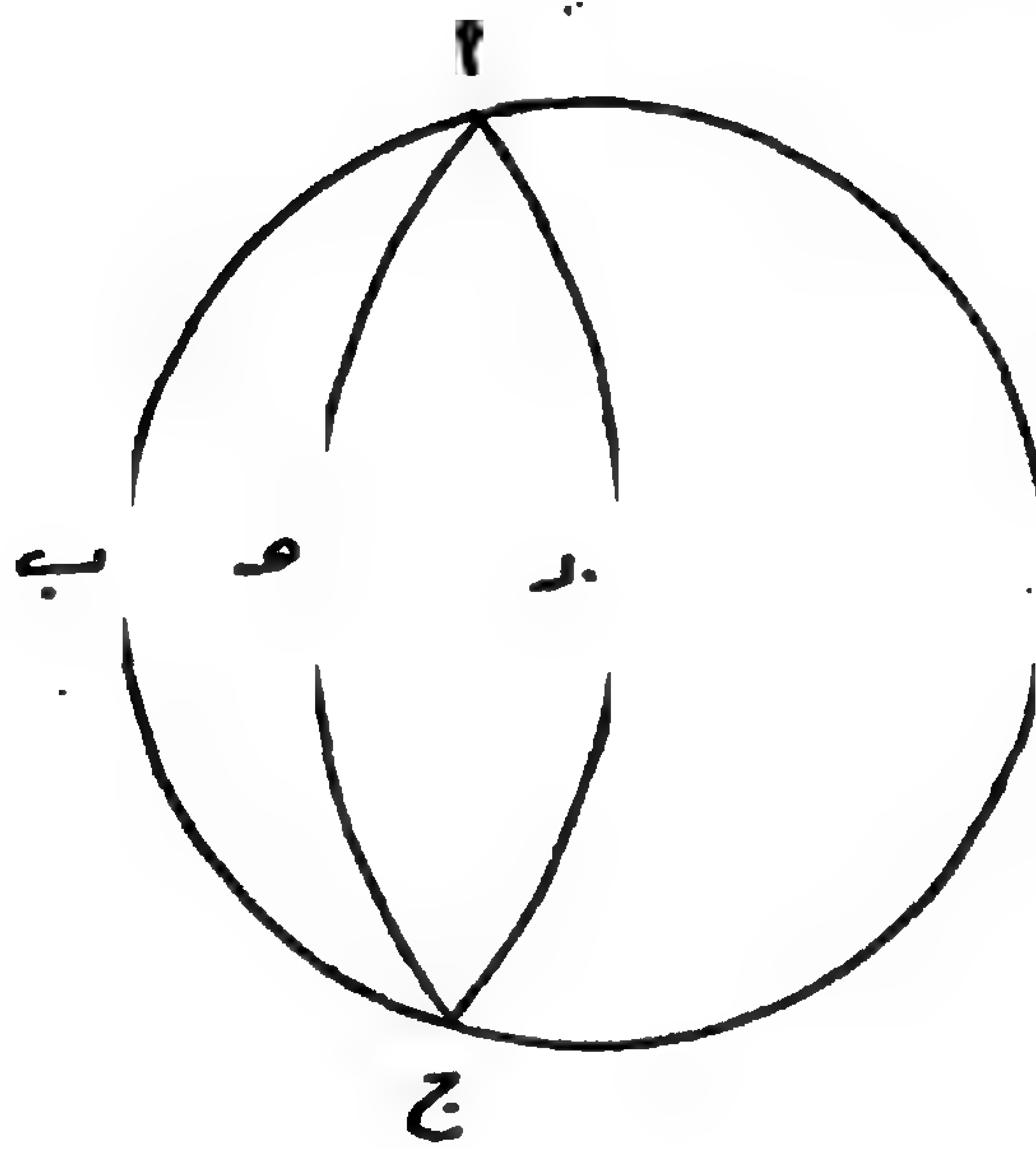
وظاهر أن زمان طلوع نصف (ز ج ح) فى الوضع الأول مساو لزمان طلوع نصف (م أ ن) ؛ لكون كل واحد منهما مساوياً للزمان الذى يقطع فيه إحدى نقطتى (زم) قوس (ط م ب) الظاهرة ، أو الزمان الذى يقطع فيه

---

(1) ع : فيه يطلع .
(2) ج : فاذا .
(3) ع : مبداه .
(4) ع : مبداه .
(5) ع : مبداه .
(6) ع : مبداه .
(7) ع : مبداه .
(8) ع : مبداه .
(9) – ع .
(10) ع : تبيناه .

مقاطرتاهمـا ــ أعنى نقطتى (ح ن) ــ قــوس (ل ن ك) الخفيــة . فـإذن[1] الأنصاف التى مبادئها على مدار واحد تكون أزمنة طلوعهـا متسـاوية ، وذلـك ما أردناه. وقد نجعل بيان هذا الحكم الأخير فى شكل مفرد .

يب : كل نصفين من فلك البروج يشتركان فى قوس ؛ فإن كانا مختلفى زمـانى الطلـوع ، كـان الباقيـان منهمـا بعد إسـقاط المشتركة أيضاً مختلفى زمانى الطلوع ، وكـان الفضـل بينهمـا كالفضل بين زمـانى طلـوع النصفـين. وإن كانـا متسـاويى[2] زمانى الطلوع ، كان الباقيان أيضاً كذلك .



فليكن الأفق (أ ب ج) ، وفلك البروج (أ د ج هـ) ، وتشترك نصفـا (أ د ج ــ د ج هـ) منه فى قوس (د ج) . فإن كان مطالعا نصفى (أ د ج - د ج

---

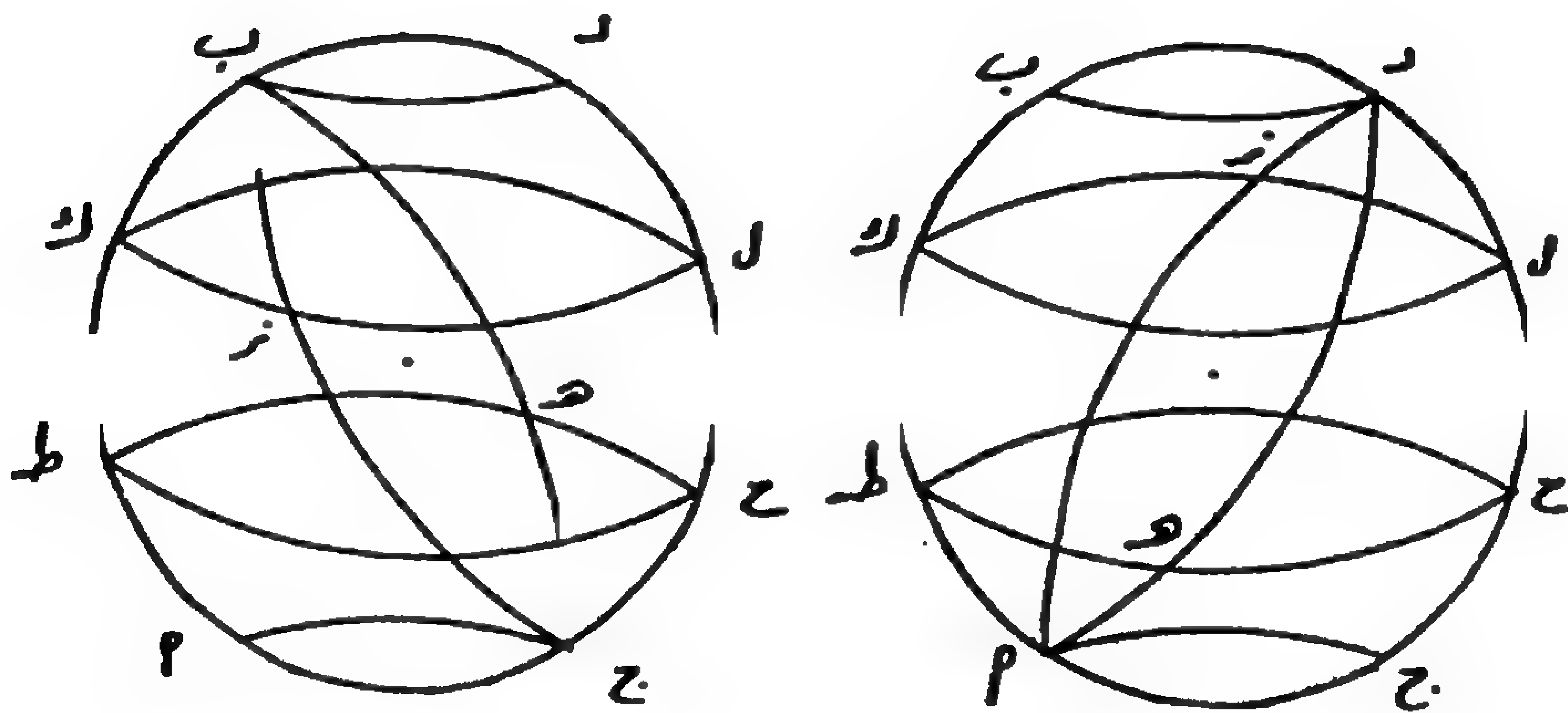
[1] ج : فاذا .

[2] ع : متساو فى، ج : متساوى .

هـ) مختلفين ؛ وأسقطنا قوس (د ج) ، بقى مطالعا قوسى (أ د - ج هـ) أيضاً مختلفتين؛ لأن مطالع قوس (د ج) يسقط عنهاوهى شئ واحد ، ويكون التفاضل بين مطالعى (أ د ج ــ د ج هـ) كالتفاضل بين مطالعى (أ د- ج هـ). وإن كانت مطالعا نصفى (أ د ج - د ج هـ) متساويتين، بقيت مطالعا (أ د - ج هـ) أيضا متساويتين لمثل ذلك . وذلك ظاهر ، وذلك ما أردناه .

أقول : وظاهر من هذا الشكل ومن الذى قبله أن زمان طلوع كل قوس من القسى المفروضة فى النصف الذى يلى أول السرطان إلى أول الجدى، أطول من زمان طلوع القوس التى تساويه وتقابله .

يج : كل قوسين متساويتين متقابلتين من فلك البروج ، فزمان طلوع كل واحد منهما مساو لزمان غروب الآخر .



فليكن الأفق (أ ب د ج) ، والمدار الصيفى (أ ج) ، والمدار الشتوى (ب د)، وفلك البروج (أ هـ د ز) : و (أ هـ د) منه الخفى ، و (د ز أ) الظاهر؛

ونفصل (أ هـ ـــ د ز) متساويتين ؛ ونرسم مدارى نقطتـــى (هـ ـــ ز) المتقاطرتين وهما مدار (ط هـ ح ـ ك ز ل) .

وليكن (ط هـ ح) القسم الخفى ، و(ك ز ل) القسم الظاهر ، والمشرق مما يلى (ط ك) . فلكون[1] نقطتى (هـ ـ ز) متقاطرتين ، تكون نقطتا (هـ ـ ز) تصيران معاً إلى نقطتى (ط ـــ ل) ؛ وحينئذ يتم طلوع قوس (أ هـ) وغروب قوس (د ز) فى زمان بعينه .

وأيضا إذا بدلنا وضع فلك البروج كما فى الصورة الثانيـة، وجعلنا الطالع المنقلب الشتوى والغارب المنقلب الصيفى. فكانت[2] نقطة (هـ) فوق الأرض ونقطة (ز) تحتها ، يكون وصولهما إلى نقطتى (ح ك) معاً ؛ وحينئذ يتم غروب (ج هـ) وطلوع (ب ز) فى زمان بعينه. فإذن[3] زمان طلوع القوس التى تلى المنقلب الصيفى مساو لزمان غروب مقابلتها ، وزمان غروبها مساو لزمان طلوع مقابلتها . وذلك ما أردناه .

يد : القسىّ المتساوية من فلك البروج المتالية من الانقلاب الصيفى على توالى البروج إلى الاعتدال الخريفى ، أو المتتالية[4] من الانقلاب الشتوى على خلاف توالى البروج أيضا إلى الاعتدال ؛ فأزمنة غروبها مختلفة ، وأطولها زمانا الأقرب من الانقلاب ، فالأقرب. والقسى المتساوية المتساوية البعد عن نقطة الاعتدال الخريفى على جنبيها ، متساوية أزمنة الغروب .

---

(1) ع : ولكون .
(2) ع : وكانت .
(3) ج : فاذا .
(4) ج : والمتتالية .

فليكن الأفق (أ ب ج د) ، وأعظم الأبدية الظهور (ق ش ز)، والمدار الصيفى (أ هـ) ، والمدار الشتوى (ج ز) ، ومعدل النهار (ب ح د)، وفلك البروج (أ ح ج) ، والمشرق مما يلى جهة (ج د هـ) ؛ فيكون (أ) أول السرطان على الغروب [1] ، و(ح) أول الميزان ، و (ج) أول الجدى. ونقسم كل واحدة من (أ ح ـ ح ج) بأقسام (أ ط ـ ط ك ـ ك ح ـ ح ل ـ ل م ـ م ج) المتساوية ، فتكون كل واحدة[2] مثلاً برجاً .

فنقول : زمان غروب (أ ط) أطول من زمان غروب (ط ك) ، وهو أطول من زمان غروب (ك ح) . ولنرسم على نقط الأقسام مدارات (ن ط ـ

---

(١) ع : المغرب .


(٢) ع : واحد .

س ك ـ ع ل ـ ف م) ، ونجر[1] على نقطتى (ط ك) دائرتى (ز ط ت ــ ش ك خ) ، مماسان دائرة (ق ش ز) على نقطتى (ز ش) . وليكن النصفان المبتدئان منهما إلى مايلى نقطتى (ط ك) ، غير ملاقيين لنصف دائرة (ق أ ز). ولذلك تكون قسى (ط ن ـ ث س ـ ت ب) متشابهة، وكذلك قسى (ك س ـ خ ب)[2] ، وقسى (ك ث ـ خ ت) ؛ ويكون قطع نقطة (ط) قوس (ط ن) ، ونقطة (ث) قوس (ث س) ، ونقطة (ت) قوس[3] (ت ب) فى زمان واحد ؛ وكذلك قطع نقطتى (ك ـ خ) قوسى (ك س ـ خ ب) ، [بل قوسى (ك ث ــ خ ت)][4] . وعند وصول (ط) إلى (ن) يكون (أ ط) غاربة، فـ (ط ن) ؛ بل (ت ب) هى القوس التى تقطعها (ط) ؛ بل (ث)[5] فى زمان غروب قوس (أ ط) و (ك س) ؛ بل (خ ب) هى القوس التى يقطعها (ك) ؛ بل (خ) فى زمان غروب قوس (أ ك) ؛ ويبقى (خ ت) القوس التى يقطعها (خ) فى زمان غروب قوس (ط ك).

وبمثله تبين أن (خ ح) هى القوس التى تقطعها نقطة (ح) فى زمان غروب قوس (ك ح). وقد تبين مما ذكر فى الشكل الثامن من المقالة الثالثة من كتاب الأكر " لثاوذوسيوس" أن (ب ت) ، أعظم من (ت خ) و (ت خ) أعظم من (خ ح). فإن زمان غروب (أ ط)[6] أطول من زمان غروب (ط ك)، وهو أطول من زمان غروب (ك ح) .

---

(1) ع : ونجيز .
(2) مكررة فى ع بدون كذلك .
(3) ج : قسى .
(4) ج : خ ت .
(5) ع : ت .
(6) ع : ل ط .

نقول : وأيضا زمان غروب (ج م) أطول[1] من زمان غروب (م ل) ، وهو أطول من زمان غروب (ل ح) ، وهى القسى المتتالية من المنقلب الشتوى إلى خلاف التوالى . وبيان ذلك متأخر عن بيان الحكم الأخير ، وهو الحكم بتساوى زمانى غروبى (ح ك ــ ح ل) وغروبى (ك ط ــ ل م) وغروبى (ط أ ــ م ج).

فلنعد الشكل ؛ ونتوهم أن نقطة (ح)[2] التى هى نقطة الاعتدال الخريفى صارت إلى نقطة غروبها وهى (ب)، وحينئذ تصير قوس (أ ح) غاربة والقوس المقابلة لها طالعة. فيصير وضع فلك البروج كوضع دائرة (ج ب ص)، وتصير نقطة (ج) التى هى الانقلاب الشتوى إلى منتصف (ج ز) حيث أثبتنا نقطة (ج) الثابتة . ونخرج (ك س) إلى أن يلقى فلك البروج على (ص)، ونترك رسم فلك البروج الأول[3] بين نقطتى (ج أ) على حالها مع الأرقام. فتكون دائرتا (ج ح أ ـــ ج ب ص) مماستين لدائرة (ج ز) على نقطتى (ج ـــ ح)، ونصفاهما اللتان فى جهتى (ب ح) غير متلاقيين. فلذلك يكون (ح ك) مساوية لـ (ب ص) ، و (ح ل) لـ (ب ع) . وكانت (ح ك) مساوية لـ (ح ل)، فـ (ب ص) مساوية لـ (ب ع) ؛ ولأن دائرة (ص س ك) موازية لدائرة (ع غ ل) ــ وقد فصلنا من دائرة (ص ب غ ج) المائلة قوسى (ص ب ـــ ب غ) المتساويتين عن جنبتى دائرة (ب ح د) أعظم المتوازية ـــ تكون متوازيتا (ص س ك ــ ع غ ل) متساويتين. ولكونهما عن جنبتى أعظم المتوازية ، تكون (ب س ــ ب ع) متساويتين ، و (س ص) الخفية مساوية لـ (ع غ) الظاهرة

(1) غير واضحة فى ع .
(2) - ع .
(3) - ج .

المبادلة لها. والزمان الذى يقطع فيه (ص) قوس (س ص) ، مساو للزمان الذى يقطع فيه (ع) قوس (غ ع) . وإذا صارت (س) إلى (ص) ، غابت قوس (ب ص) ؛ وإذا صارت (غ) إلى (ع) ، غابت قوس (ب غ) ؛ فزمان غروب قوس (ب ص) ــ أعنى (ح ك) ــ مساو لزمان غروب قوس (ب غ)، أعنى (ح ل). ونخرج قوسى (ب ص ــ هـ أ) إلى أن يلتقيا على (و)، ونخرج (ط ن) إلى (ى) . ولتكن (ظ) على تقاطع (ف م ص ــ ب ــ ج)، فتكون لما مرقسى (ج ط)[1] الثانية (ظ غ ــ غ ب ــ ب ص ــ ص ى)[2] مساوية لقسى (ج م) الأولى (م ل ــ ل ح ــ ح ك ــ ك ط ــ ط أ) كل لنظيرها ، فقسى (ج ظ) الثانية (ظ غ ــ غ ب[3] ــ ب ص ــ ص ى ــ ى و) متساوية أيضا . و(ن ى) الخفية مساوية لـ (ظ ف)الظاهرة، و (أ و) لـ (ج ز) الثانية؛ فتكون زمان غروب (ص ى) مساوياً لزمان غروب (غ ض)[4] ، وزمان غروب (ى و) لزمان غروب (ظ ج) الثانية.

ولكن (ص ى) مثل (ك ط) ، و(ى و) مثل (ط أ) ، و(ظ غ)[5] مثل (ل م) ، و(ج ظ) الثانية مثل (ج م) الأولى؛ فزمان غروب (ك ط) مساو لزمان غروب (ل و) ، وزمان غروب (ط أ) مساو لزمان غروب (م ج) الأولى.

وقد تم بيان الحكم الأخير، وهو تساوى أزمنة غروب القسى[6] المتساوية

---

[1] ع : ج ظ .

[2] ع : ظ غ ــ غ ب ــ ب ص ــ ص ى ــ ى و .

[3] ج : ع .

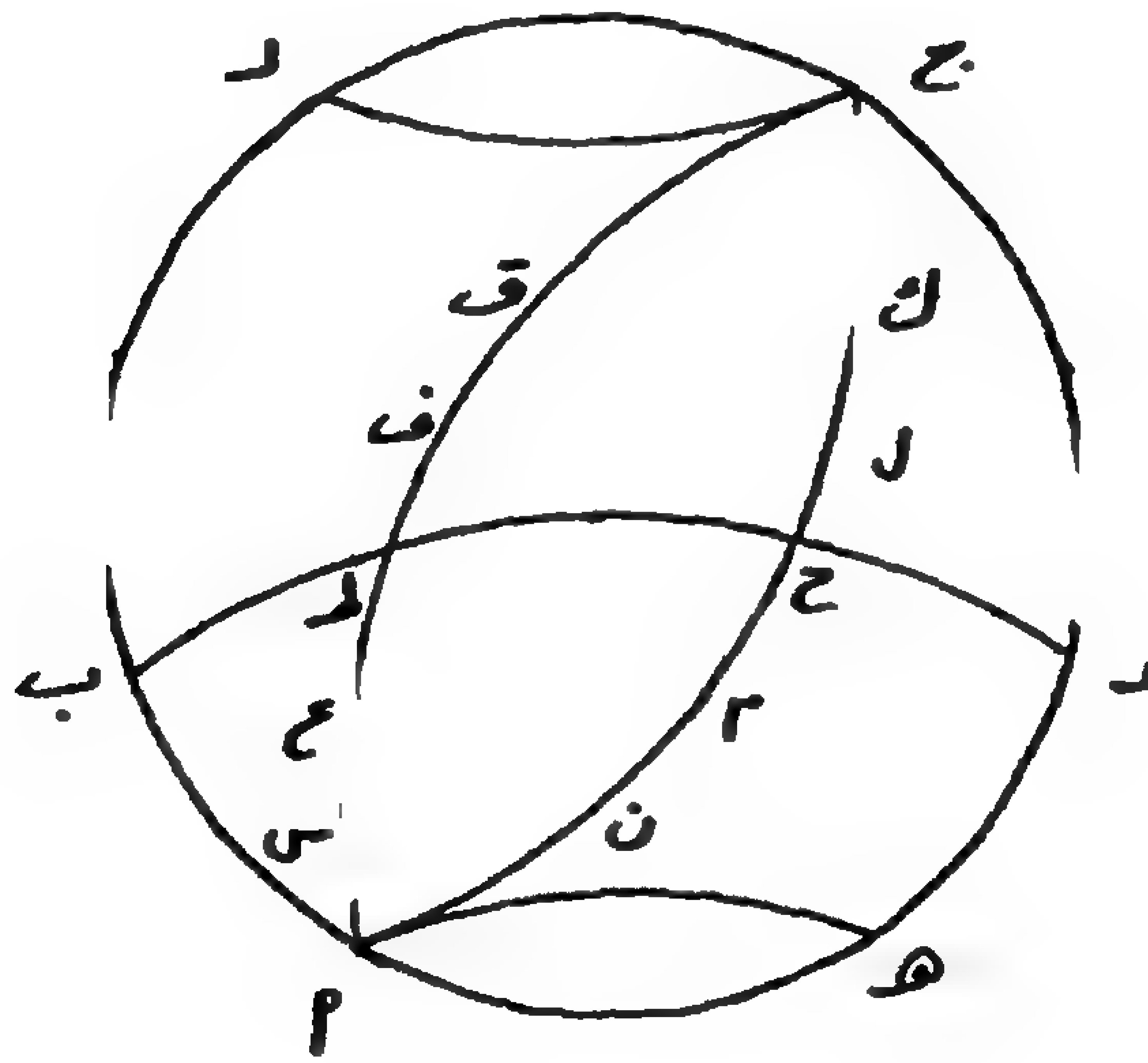
[4] ع : غ ظ .

[5] ج : فظ غ .

[6] ــ ع .

المتساوية[1] البعد عن نقطة الاعتدال الخريفى، ولكون زمان غروب (أ ط) أطول من زمان غروب (ط ك) ، وهو أطول من زمان غروب (ك ح)؛ تكون أيضا زمان غروب (ج م) الأولى أطول من زمان غروب (م ل)، وهو أطول من زمان غروب (ل ح) . وهذا هو الحكم الثانى المطلوب بيانه، وقد ثبت جميع المطالب التى ادعيناها ؛ وذلك ما أردناه .

يه : القسى المتساوية من فلك البروج المتتالية من الانقلاب الشتوى على توالى البروج إلى الاعتدال الربيعى ، أو المتتالية من الانقلاب الصيفى على خلاف توالى البروج أيضا[2] إلى الاعتدال ؛ فأزمنة طلوعها مختلفة وأطولها زمانا الأقرب[3] فالأقرب من الانقلاب؛ والقسى المتساوية المتساوية البعد عن نقطة الاعتدال الربيعى على جنبها ؛ متساوية أزمنة الطلوع .



---

(١) - ج .

(٢) - ج .

(٣) ع : ما قرب .

فليكن الأفق (أ ب ج د)[1] ، ومدار الانقلاب الصيفى (أ هـ) ، ومدار الشتوى (ز ج) ، والمشرق مما يلى (ب) ، وفلك البروج (أ ح ـــ ج ط) ، والنصف الظاهر منه (ج ط أ)[2] ، ومعدل النهار (ب ط ح د)[3] . فيكون (ط) الاعتدال الربيعى ، و(ح) الخريفى. ويقسم ربعى (ج ح ـ ح أ) بأقسام متساوية على نقط (ك ل ـــ م ن) ، وربعى (أ ط ـــ ط ج) أيضا بأقسام متساوية على (س ع ـ ف ق) . فيكون كل قسم من هذين الربعين مقابلاً[4] لقسم[5] من الأولين، ونبين فى الربعين الأولين أحكام أزمنة الغروب كما مر فى الشكل المتقدم. ثم ننقلها إلى أزمنة الطلوع من هذين الربعين على ما مر[6] ، فثبت جميع المطالب المذكورة ؛ وذلك ما أردناه.

وقد ظهر من هذا الشكل ومن الذى قبله تساوى مغارب القسى المتساوية التى عن جنبتى الاعتدال الخريفى على بعد واحد، وتساوى مطالع القسى التى عن جنبتى الاعتدال الربيعى. و لم يتبين تساوى مطالع القسى الخريفية، ولامغارب القسى الربيعية ؛ فلنرجع فى بيان ذلك إلى مواضعها من سائر الكتب؛ وأنا أورد ها هنا[7] برهانا على ذلك ، لتكون المسائل فى هذا الكتاب كلية.

---

[1] ج : أ ب ج .

[2] ج : ج ط.

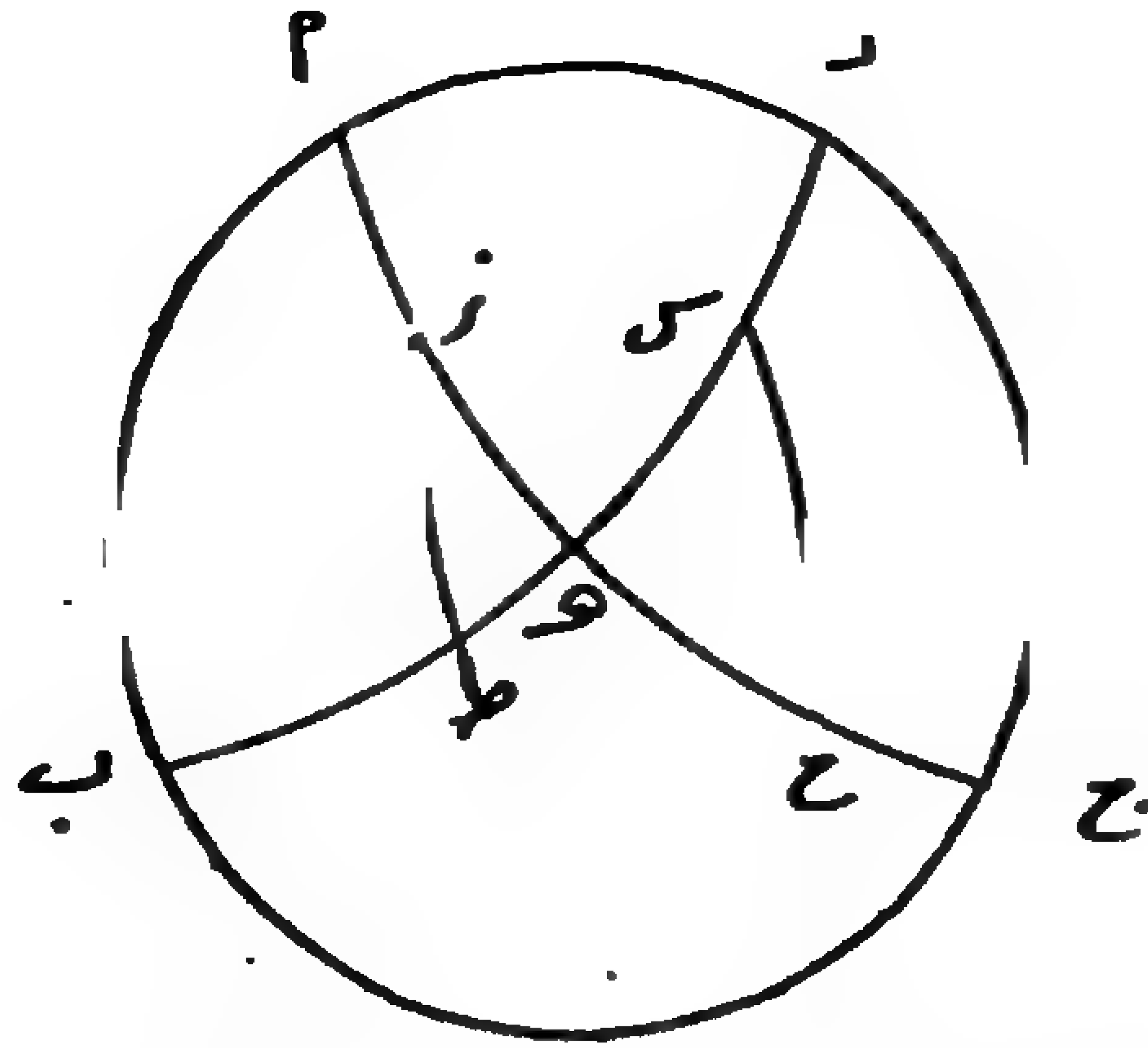
[3] ع : ب ط د ح .

[4] ـ : متقابلاً .

[5] ـ ج .

[6] ع : على ما مر فى لج من الكتاب

[7] ع : ههنا .



ليكن (أ ب ج د) دائرة نصف النهــار، و (ب د) الأفـق، و(أ ج) معـدل النهار و (ز) النقطة الخريفية فوق الأرض ، و(ز ط) قوســاً من فلـك الـبروج مفروضة ، و(ح) أيضا النقطة الخريفية تحت الأرض ، و(ح ك) قوسا مساوية لـ (ز ط).

نقول : فمطالعهما وهما قوسا (هـ ز ــ هـ ح) متساويان ؛ وذلك لأن فى مثلثى (هـ زــ ط هــ ــ ح ك) زاويتى (هـ) متساويتان. وكذلك زاويتا (ز ح) وضلعا (زط ــ ح ك) ، وليس بمجموع ضلعى (دهــ ـــ هــ ط) بنصـف دائـرة. فعلى ما بيَّن " مانالاوس(*) " فى كتابه " فى الأشـكال الكريـة" ، يكـون ضلعـا (هـ زــ هـ ج) متساويين ؛ وكذلك الزاويتان الباقيتان والضلعان الباقيان. وبهـذا البرهان أيضا تبين حال القسى التى عن جنبتى الاعتدال الربيعى .

يو : القسي المتساوية من فلك البروج تبدل نصف الكرة الظاهــرة

(*) مانالاوس (حوالى ١٠٠م) : لم يكن مانــالاوس متصـلاً اتصـالاً مباشـراً بالإسـكندرية ، ولكـن المعروف أنه قام ببعض الأرصاد الفلكية فى روما. وقد كتب مانالاوس عن الكريات وحسـابات المثلثات الكروية، كما كتب ستة كتب فى حساب الأوتار. (ديلاسى أولـيرى : علـوم اليونـان وسبل انتقالها إلى العرب ، ص ٤١).

فــى أزمنة[1] مختلفة ؛ فما كان منها أقرب إلى الانقلاب الصيفى، فإنها تبدل نصف الكرة الظاهرة فى أزمان مختلفة؛ فما كان منهـا أقرب إلى الانقلاب الصيفى، فإنها تبدل نصف الظاهر فـى زمـان أعظم مما تبدل فيه الأبعد[2] . وذلـك إذا كـان قطـب الأفـق بـين أعظم الأبدية الظهور ، وبين مدار رأس السرطان.

فليكن الأفق (أ ب د ح) ، وأعظم الأبدية الظهور (أ هـ)، وأعظم الأبدية الخفاء (ز ح) ، ومدار السرطان (ب ك ج) ، ومدار الجـدى (ج أ ــ م ن). ولنتوهـم فلـك البروج على وضعين أحدهمـا (ك ت ع) والثـانى (ق ز) ، وتقاطعا[3] على (ت) وتماسا مدار (ب ك ج) على نقطتى (ك ــ ق). فيكـون

---

[1] ج : ازمان .

[2] ع : ابعد .

[3] ب : ولتقاطعا .

قوسا (ع ت ك ـ ز س ق) من جانب الاعتدال الربيعى (ع ت ك) مثلاً من حدود أوائل الحمل إلى رأس السرطان، و(زق) من حدود أوائل الثور إليه؛ ونفصل من (ك ت ع) قوسا ليست بأعظم من نصف الدائرة. ونرسم عظيمة تمر بنقطة (ع) وتماس (أ هـ) على (هـ) ، فهى أيضا تماس (زح) ولتماسها على (ح) . فإن كانت (ع ك) نصف دائرة مرت بنقطة (ك) ، وإن كانت أقل منه مرت فيما بين (ك ـ ت) كما فى الصورة التى أثبتناها؛ ولأن قطبى الأفق فيما بين دائرة (أ هـ) ومدار (ب ك ح) ، وليكن كنقطة (ش) . فإن رسمنا عظيمة تمر بها وبنقطة (ت) ، قامت نصفها على الأفق منقسمة بمختلفين على (ت). وقد خرج منها (ت ث ـ ت س) إلى الأفق ، و(ت ث) منهما يلى[1] القسم الأصغر من المختلفين ، فهى[2] أصغر من (ت س). وأيضا يجب من كون قطب الأفق بين أعظم الأبدية الظهور ومدار المنقلب كون قطب دائرة (هـ ع م) أيضا بينهما، والأخرى نظيرتهما؛ وذلك لأنّا إنْ رسمنا عظيمتين تمران بقطبى معدل النهار، وليلتق بهما[3] (و ـ ف) وبنقطتى (أ ـ ح)، أعنى نقطتى التماس بين دائرتى (أ هـ ـ ح ز) وعظيمتى (أ ب ج ـ هـ ع م) مرتا بقطبى دائرتى (أ ب ج ـ هـ ع م) فيكون (أ) و (ش) ربعا، وإذا فصلنا (ح ف د) مثله وقع (د) فيما بين دائرتى (ز ح ط م ن) وهى قطب دائرة (هـ ع م) .

وإذا توهمنا[4] عظيمة تمر بنقطتى (د ت) قامت نصفها على دائرة (هـ ع م) منقسمة على(ت) بمختلفين أعظمهما مما يلى نقطة (ذ). وقد خرج من

---

(1) ع : على .

(2) ج : هى .

(3) ع : وليكونا .

(4) ج : توهمت .

نقطة (ت) قوسا (ت ث ع ـ ت س ز) إلى محيط دائرة (هـ ع م) ، و (ت ث ع) منهما يلى[1] أعظم القسمين المختلفين، فهى أعظم من (ت س ز) وكانت (ت ث) أصغر من (ت س) ؛ ولذلك يبقى (ث ع) أعظم من (س ز) ونفصل (ث خ) مثل (س ز) . وظاهر أن (ث خ) أبعد عَنْ (ك) رأس السرطان من (س ز) ؛ فإنها حازت الأفق قبلها. ونرسم من المتوازية مدارين يمران بنقطتى (خ ز) وهما (ل خ ص ـ د ى ز) ، ولأن دائرتى (أ ب ج ـ هـ ع م) مماستان لدائرة (أ هـ) من المتوازية ونصفيهما[2] من المبتدئين[3] من نقطتى (أ هـ) المارين فى جهتى (ب ع) غير متلاقيين وقوسى[4] (ل خ ص ـ د ى ز) من المدارين واقعان بينهما ـ فهما متشابهان ، ونقطتا (خ ز) تقطعانهما فى زمانين متساويين، ونقطة (خ) تقطع[5] (خ ل) فى زمان أصغر من الزمان الذى يقطع فيه (ز) قوس (ز د).

وليكن[6] الزمان الذى يبدل فيه قوس (خ ث) نصف الكرة الظاهرة ، هو الزمان الذى تقطع فيه نقطة (خ) قوس (ل خ) . والزمان الذى يبدل فيه قوس (ز ث) نصف الكرة الظاهرة ، هو الزمان الذى تقطع فيه نقطة (ز) قوس (د ز) . فإذن[7] قوس (زس) التى هى أقرب إلى رأس السرطان من قوس (خ ث) المساوية لها أطول زمانا منها ، وذلك ما أردناه.

---

[1] ع : تلى

[2] :. : ونصفاهما .

[3] ع : المبتدئان .

[4] :. : قوسا .

[5] :. : يقطع .

[6] ع : ولكن .

[7] ج : فاذا .

أقول : الزمان الذى يبدل فيه قوس ما نصف الكرة الظاهرة ، هو زمان طلوع تلك القوس مضافاً إلى زمان نهار النقطة التى هى على منتهى تلك القوس، أو زمان غروبها مضافاً إلى زمان نهار النقطة التى هى مبدأ تلك القوس، [فإنها شئ واحد][1] .

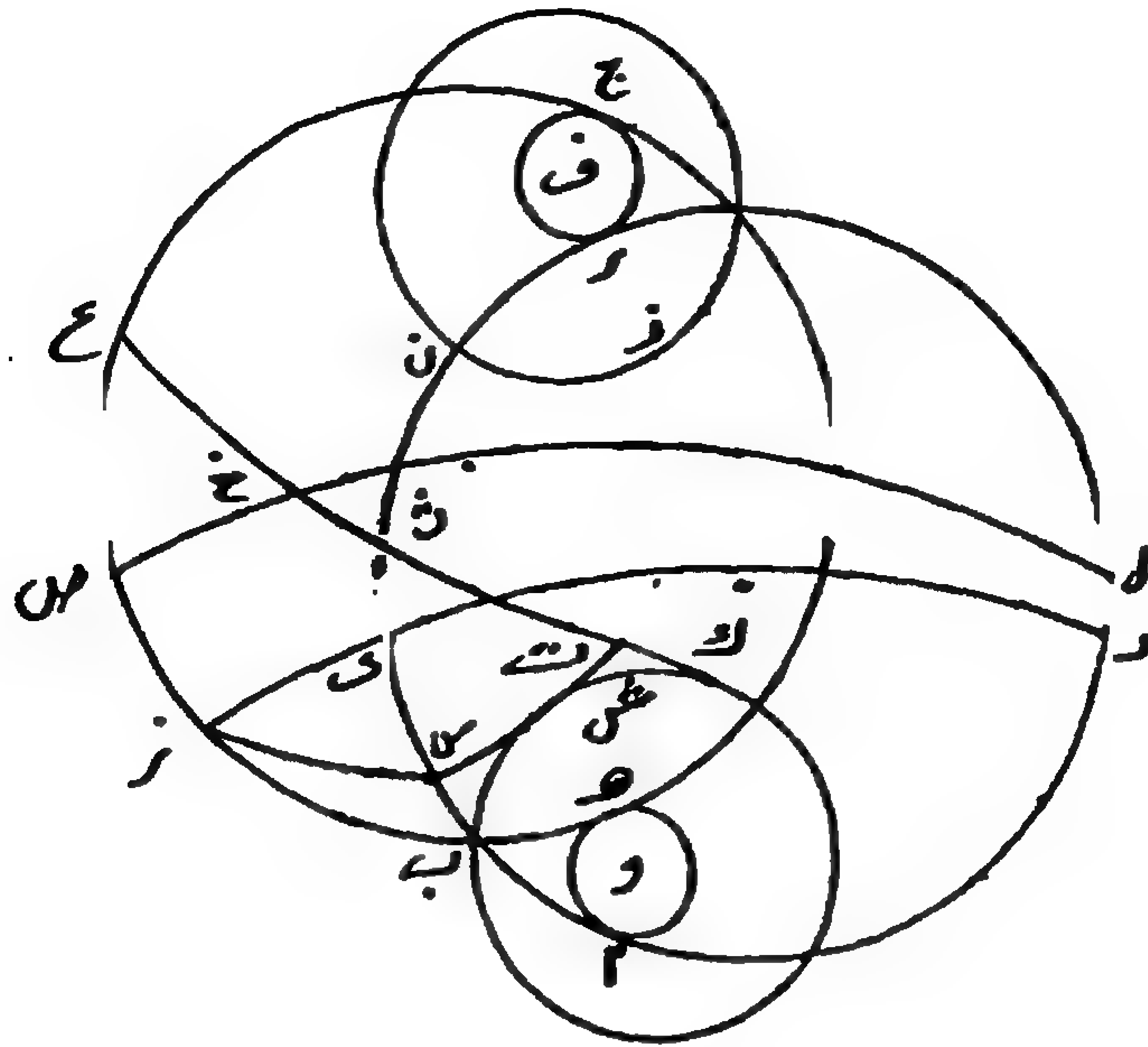
وذكر التبريزى فى شرح هذا الكتاب حكما آخر فى هذا الموضع، وهو أن قطب الأفق إذا كان بين مدارى المنقلبين ، كان تبدل[2] الأبعد من هذه القسى عن أول السرطان نصف الكرة الظاهرة فى زمان أعظم من تبدل الأقرب[3].

قال : وذلك لأن هناك تتبادل جهات الأعظم والأصغر من المارتين بنقطتى (ش ـ ت) ونقطتى (ز ـ ت) ، فتصير[4] (ت ـ ث) أعظم من (ت س) و (ت ز س) أعظم من (ت ث ع) ، ويبقى (ث ع) أصغر من (ز س) .

أقول : وهذا منقوض بخط الاستواء ، فإن الزمان الذى تبدل فيه الأسد هناك نصف الفلك الظاهر[5] أعظم؛ [لأن مطالع الأسد أطول من مطالع السنبلة وقوس نهار الجميع متساوية][6] من الزمان الذى تبدل فيه السنبلة. وفى الميزان والعقرب بخلاف ذلك .

---

(1) – ع .
(2) ع : تعديل .
(3) ع : تعديل .
(4) ع : فيصير .
(5) + ع .
(6) – ع .



وأيضا ذيـل الدعـوى بقولـه : وكـل قوسـين متسـاويتين عـن جنبتـى أحـد المنقلبين على بعد واحد منه ، فإنهما يبدلان نصف الكـرة الظـاهرة فـى زمـانين متساويين. و لم يزد فى موضع البيان على إعادة الدعوى.

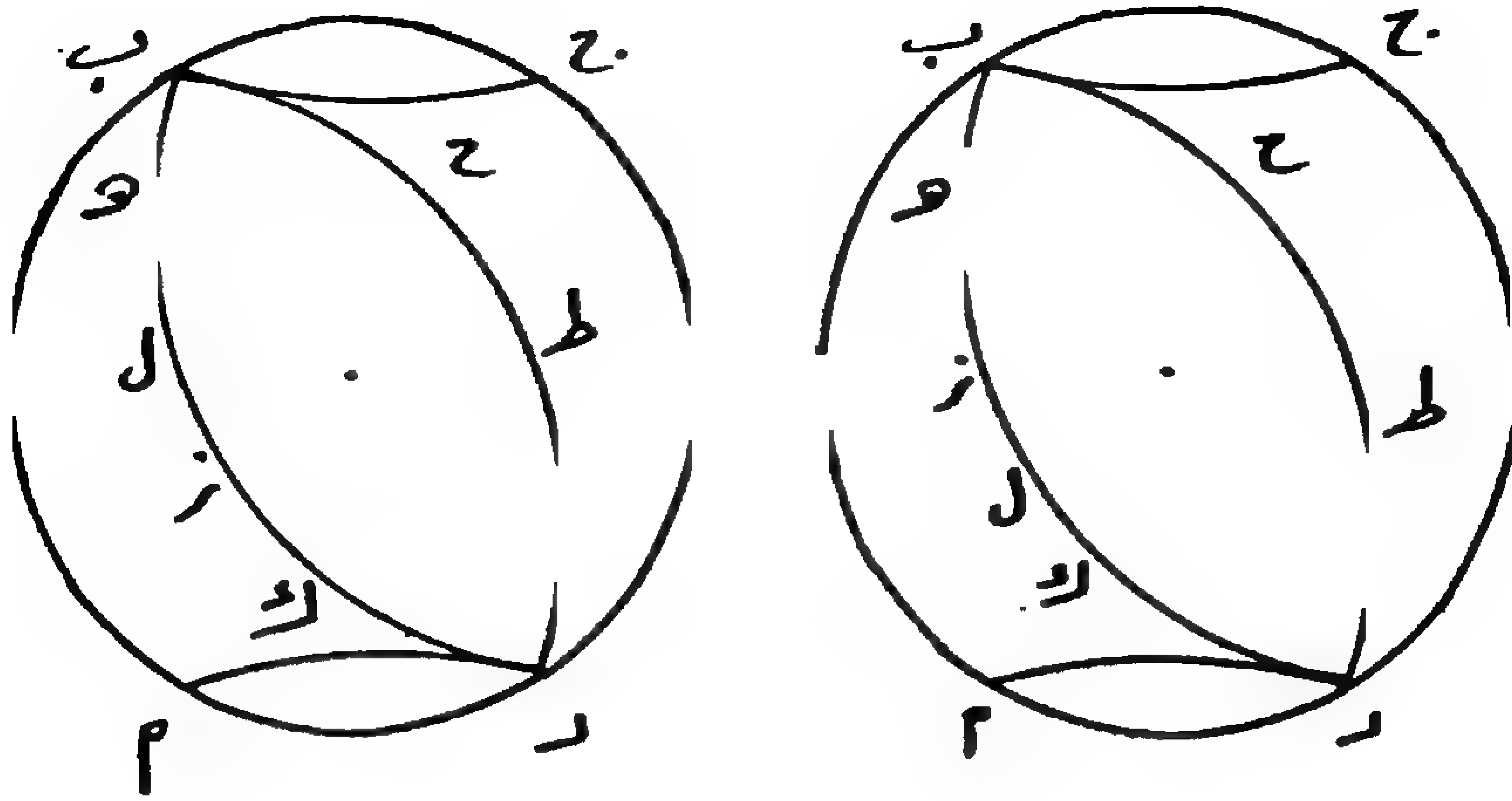
واعلم أن الحكم المذكور فى هذا الشكل ممكن أن يبين فـى النصـف الآخـر من الفلك ، أعنى النصف الذى يتوسط أول الميزان لتعين ذلـك البيـان ، ويصير الشكل[1] هكذا فى الوضع.

يز : القسـى المتسـاوية مـن[2] فلـك الـبروج المتسـاوية البعـد عـن أحـد المنقلبين على جنبتيها زمان طلوع واحدة منها مساو لزمـان غـروب نظيرتها .

---

(1) + ع .

(2) ج : فى .



فليكن الأفق (أ ب ج د) ، ومدار السرطان (أ د) ، ومدار الجدى (ب ج) ، وفلك البروج (ب هـ د ط) ، وتوالى البروج هكذا ؛ و (هـ ز ح ط) قوسين متساويتين متساويتى البعد عن نقطة (ب). وليكن كل واحد منهما أقل من ربع، وليكن (ك ل) مقابلة لقوس (ح ط) ؛ فتكون قوسا (هـ ز ل ك) متساويتى البعد عن الاعتدال الربيعى؛ ولذلك يكونان متساويى زمان الطلوع لما مر .

وقد مر أن زمان طلوع كل قوس مساو لزمان غروب نظيرتها؛ فزمان غروب (ح ط) مساو لزمان طلوع (هـ ز) . فإن كان قوسا (هـ ز ل ك) مشتركين[1] فى البعض ألقينا المشتركة فيه ، ونبين الحكم فى الباقيين ونزيد عليهما المشترك. وإن كان واحد منهما أكثر من ربع، بينا الحكم فى أجزائهما[2] ، وجمعنا الحاصل، فيحصل المطلوب .

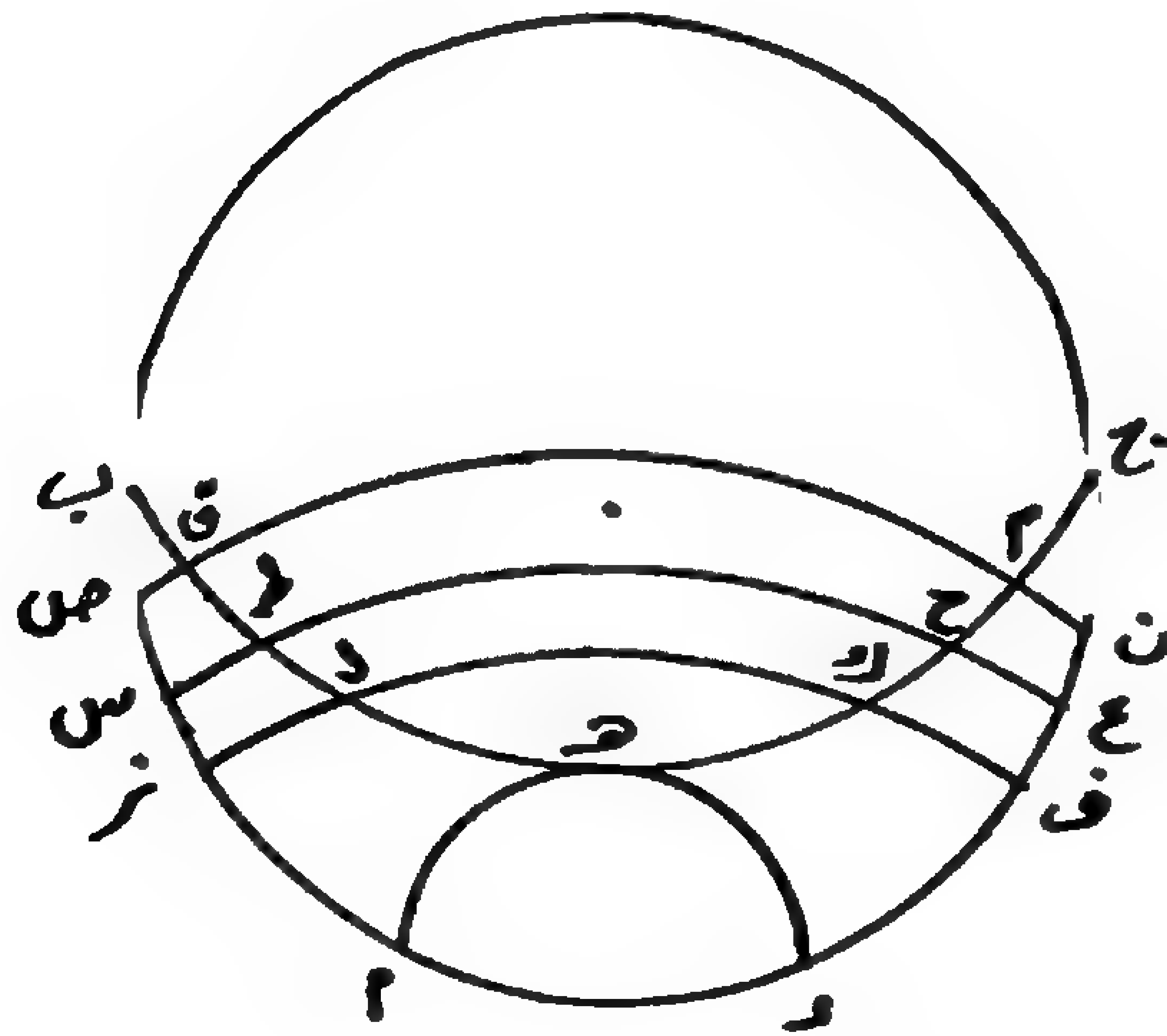
---

(١) ∴ : مشتركين .

(٢) ∴ : أجزتهما .

أقول : وقد تبين من هذا البيان أن أزمنة غروب القسي التي في النصف الميزاني ، مساوية لأزمنة طلوع نظائرها التي في النصف الحملي . و لم يتبين عكس ذلك؛ لأن تساوي أزمنة طلوع القسي المتساوية المتساوية البعد عن أول الميزان؛ لم يبين فيما مر ولاتساوي أزمنة غروب نظائرها، أعني المتساوية البعد عن أول الحمل، فالدعوى كلية[1] والبيان جزئي؛ ونحن إذا أوردنا البرهان العام للجميع أمكن لنا البيان الكلي ها هنا[2] بناء على ذلك .

يح : القسي المتساوية من فلك البروج تبدل نصف الكرة الظاهرة[3] في أزمنة مختلفة ، فما كان منها أقرب إلى الانقلاب الصيفي، فإنها تبدل نصف الكرة الظاهرة في زمان أعظم مما تبدله فيه الأبعد. وكل قوسين متساويتين عن الجنبتين متساويتي البعد عن أحد المنقلبين، فإنهما تبدلان نصف الكرة الظاهرة في زمانين متساويين أحدهما بطلوعها والأخرى بغروبها .



---

(1) ع : كل . (2) ع : ههنا . (3) ج : الطاهرة .

فليكن الأفق (أ ب ح د)، والمدار الصيفى (أ هـ د)، وفلك البروج (ب هـ ج)، وقوسا (ج ك ط ل) متساويتى البعد عن (هـ) و (ح م) مساوية لـ (ح ك) وأبعد منها، ولنجر بنقط (ك ح م) مدارات (زل ـ ك ف ـ س ط ـ ح ع ـ ص ن ـ م ق) .

وقد تبين فى الشكل المتقدم أن زمان طلوع قوس (ط ل) مساو لزمان غروب قوس (ح ك)، ونقطتى (ح ط) تقطعان فيه قوس (س ط ح ع) فى زمان واحد. وإذا زيد زمان طلوع (ط ل) عليه ، حصل الزمان الذى يدل فيه (ط ل) نصف الكرة الظاهرة بطلوعه ؛ وإذا زيد من زمان غروب (ح ك) أيضا عليه، حصل الزمان الذى يدل فيه [(ط ل) نصف الكرة الظاهرة بطلوعه؛ وإذا زيد زمان غروب (ح ك) أيضا عليه ، حصل الزمان الذى يدل فيه][1] (ح ك) نصف الكرة الظاهرة بغروبه. فإذن[2] هما متساويان ، وهذا[3] هو الحكم الأخير .

وأيضاً قد مرأن زمان غروب (ح ك) أعظم من زمان غروب (ح م)، وظاهر أن قوس (س ط ح ع)[4] من مدار (هـ) أعظم شبها[5] من قوس (ص ن م ق) من مدار (هـ) . وإذا زيد زمان غروب (ح ك) على زمان غروب (ح) على قوس (س ط ح ع)[6] ، حصل الزمان الذى يدل فيه (ح ك)

---

[1] هذه العبارة مشطوبة فى ع .

[2] ج : فاذا .

[3] ج : هذا .

[4] ن : (س ط ح غ) .

[5] ع : شبيها .

[6] ن : (س ط ج ع) .

نصف الفلك الظاهر بغروبه. وإذا زيد زمان غروب (ح م) زمان مرور (أ م)[1] على قوس (ص ن م ق) ، حصل الزمان الذى يبدل فيه (ح م) نصف الفلك الظاهر بغروبه. وظاهر أن الأول أعظم من الآخر ، وهذا هو الحكم الأول؛ وذلك ما أردناه .

أقول : فى هذا الكلام مواضع نظر ، وذلك أن الدعوى الأولى هو ما أورده فى الشكل السادس عشر بعينه من غير تفاوت ، والدعوى الثانية هو ماذكره التبريزى فى آخر هذا[2] الشكل و لم يبينه. وأما البيان بقوله[3] زمان طلوع قوس (ط ل) يساوى زمان غروب قوس (ح ك) ، فيقتضى أن يكون قوس (ب ط هـ) هو ما بين حدود أول الحمل إلى أول السرطان، وقوس (هـ ح ج) ما بين أول السرطان وحدود أول الميزان. وذلك أنه قد بين تساوى أزمنة طلوع القسى الحملية وغروب الميزانية ، و لم يبين عكسه .

فلتكن (ط ل) برج[4] الثور ، و(ن ط)[5] برج الحمل ؛ ويكون (ح ك) الأسد، و(ح م) السنبلة ؛ وزمان طلوع (ط ل) هو مطلع الثور ، وزمان غروب (ح ك) هو مغارب الأسد؛ يعنى مطالع الدلو ، وزمان قطع قوس (س ط ح ع) هو قوس نهار أول الثور وأول السنبلة ، ولايحصل من زيادة مطالع الثور على قوس نهار أوله الميزان[6] الذى يبدل الثور فيه نصف الفلك الظاهر بطلوعه، لأن زمان طلوع الثور إنما يكون جزءاً من قوس نهار أوله. ولايمكن

---

(١) ع : م .

(٢) ع : ذلك .

(٣) ع : فقوله .

(٤) – ج .

(٥) ـ: : وأن (ن ط) .

(٦) ع : الزمان .

زيادة الجزء من الزمان على الكل الذى هو جزؤه إلا فى الذهن ، بل الواجب أن يقال يحصل من زيادة زمان طلوع (ط ل) على زمان قطع قوس (زل ك ف) الزمان الذى يبدل الثور نصف الفلك بطلوعه وهو مطالع الثور مع قوس نهار أول الجوزاء، وأيضا لايتحصل من زيادة زمان غروب (ح ك) على زمان قطع قوس (س ط ح ع) ـ أعنى مطالع الدلو مع قوس نهار أول السنبلة ـ زمانٌ واحدٌ فضلا عن أن يكون زمانا لشىء ، ولو قبل[1] زمان طلوع (ح ك) مع زمان قطع قوس (س ط ح ع)[2] ـ أعنى مطالع الأسد مع قوس نهار أول السنبلة ـ لكان زمان تبدل[3] الأسد نصف الكرة الظاهرة بطلوعه لابغروبه، وإنما قال بغروبه وأيضا قوله زمان غروب (ح ك) الأقرب مرة أعظم من زمان غروب (ح م) الأبعد حكم لايصح مطلقا إلا فى الربع الذى بين أول السرطان وأول الميزان، وأما فى الربع[4] الذى بين الميزان والجدى فالأمر فيه بالعكس من ذلك ولايتحصل أيضا من زمان غروب (ح ط) ـ أعنى مطالع الدلو ـ وزمان قطع (س ط ح ع) ـ أعنى مطالع أول السنبلة ـ زمانٌ واحد فضلا عن أن يكون زماناً لشىء ويتحصل من اجتماع زمان غروب (ح م) ـ أعنى مغارب السنبلة ـ مع زمان قطع قوس (ص ن م ق) ـ أعنى قوس نهار أول الميزان المساوية لقوس ليلة زمان تبديل السنبلة ـ للنصف الخفى من الفلك بغروبه، لا النصف الظاهر على ما ذكره؛ وإنما اختص هذا بهذه الصورة الجزئية وحدها لِفَرْضنا كون مدار (ص ن م ق) مدار الميزان والحمل وفى غيرها من الصور يكون حكمه كحكم المثال المتقدم فى الأقسام ، ولو أضيف إلى مغارب (ح

---

[1] ع : ولوقيل .

[2] ج : س ط ـ ع .

[3] ع : تبديل .

[4] ع : الرابع .

ك)[1] زمان تمام قطع قوس (س ط ح ع) وإلى مغارب (ح م) زمان تمام قطع (س ن م ف)[2] لكان الحاصل منهما زمان تبديل قوسى (ح ك ـــ ح م) النصف الخفى من الفلك ؛ إلا أن تمام قوس (س ط ح ع) لايكون أعظم شبها من تمام قوس (ص ن م ق) بل يكون أصغر شبها منه ، وحينئذ لايستقيم البيان؛ فهذا ماعندى على هذا الشكل .

واعلم بالجملة أن زمان طلوع كل قوس إذا زيد على مطالع[3] قوس نهار النقطة التى هى منتهى تلك القوس كان الحاصل مساويا لزمان غروب تلك القوس إذا زيد على[4] قوس نهار النقطة التى هى مبدأ تلك القوس، وذلك الحاصل هو زمان تبديل[5] تلك القوس نصف الفلك الظاهر ، ولافرق بين أن يقال بطلوعها أو بغروبها[6] ، وبإزاء ذلك زمان غروب كل قوس مع قوس ليل النقطة التى هى منتهى تلك القوس تساوى زمان طلوعها مع قوس ليل النقطة التى هى مبدأ تلك القوس. وذلك المقدار هو زمان تبديل تلك القوس نصف الفلك الخفى سواء يقال بطلوعها أو بغروبها ؛ ولايتحصل من زمان طلوع قوس مع قوس نهار مبدئها[7] أو قوس ليل منتهاها ولا من زمان غروبها مع قوس نهار منتهاها أو قوس ليل مبدئها[8] زمان واحد أصلا ، فهذا هو التحقيق.

---

(1) ع : ك ح .

(2) ع : ص ن م ف .

(3) ـ ع .

(4) ـ ج .

(5) ح : تبدل .

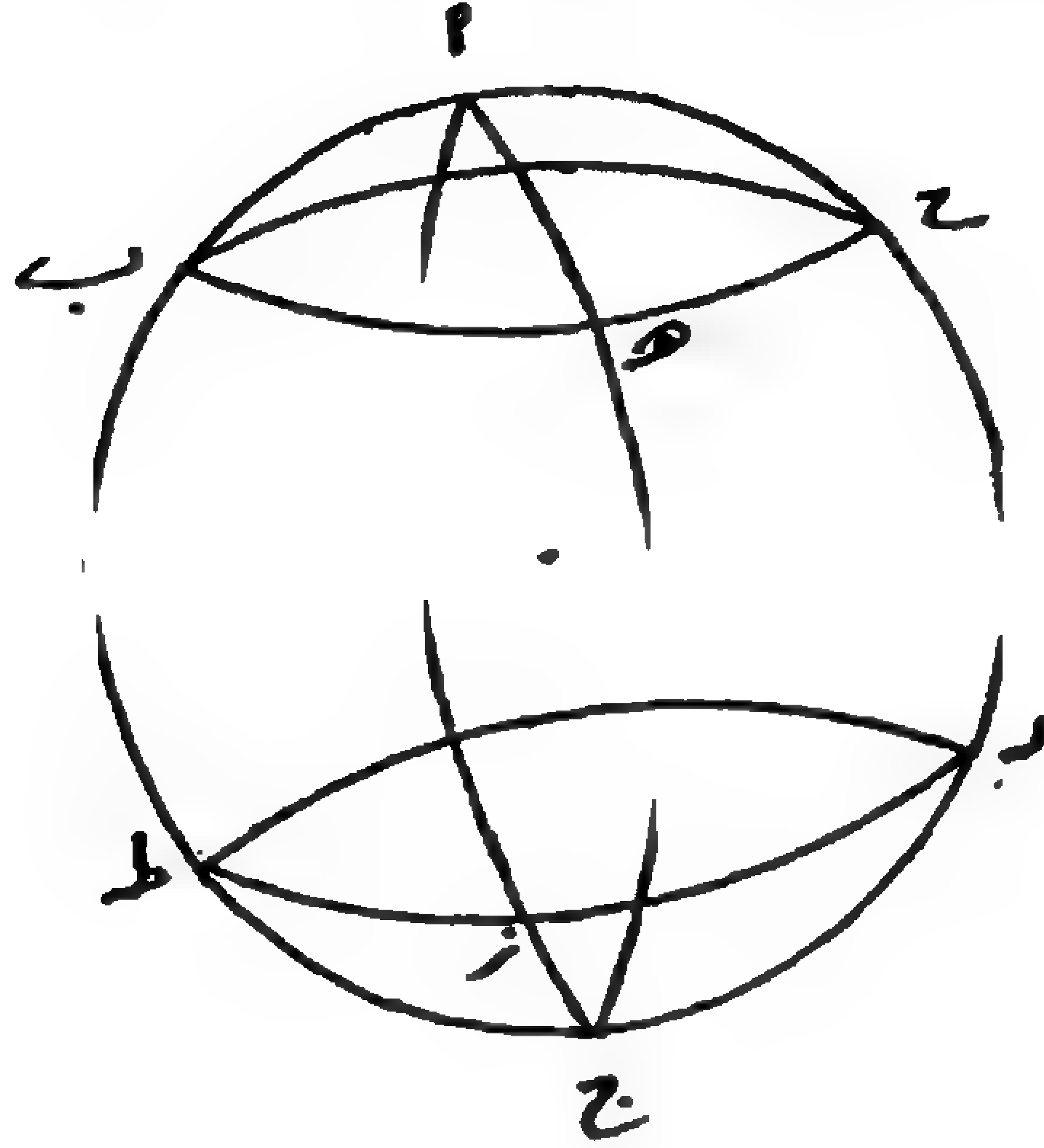
(6) ع : أو غروبها .

(7) ع : مبدأها .

(8) ح : مبدأها .

وكثيراً ما يوجد[1] فى العبارات ما يخالف ذلك ؛ ولكن لايرجع معناه إلى طائل.

يط : القسى المتساوية المتقابلة من فلك البروج تبدل كل واحدة منها نصف الكرة الظاهرة بطلوعها فى زمان مساو للزمان الذى تبدل فيه مقابلتها نصفها الخفى بغروبها وبالعكس.



فليكن الأفق (أ ب ج) ، وفلك البروج (أهـ ج ز) ، والظاهر منه نصف (أ هـ ج) وجهة المشرق (ب ط) . ولنفرض (أ هـ ـــ ج ز) متساويتين متقابلتين ، ولتمر بنقطتى (هـ ز) مدارى (ب هـ ح ـ د ز ط) اليوميين، فعند طلوع (هـ) من (ب) يغيب (ز) فى (د) لكونهما متقابلتين ، والمداران متساويان لتساوى بعدهما عن قطبى الحركة.

وليكن قوس (ب ح) خفية وقوس (ط ز د)[2] ظاهرة ، وهما متبادلتان متساويتان ، وكذلك تماماهما . فمجموع (هـ ح ب) مساور لمجموع (ز ط

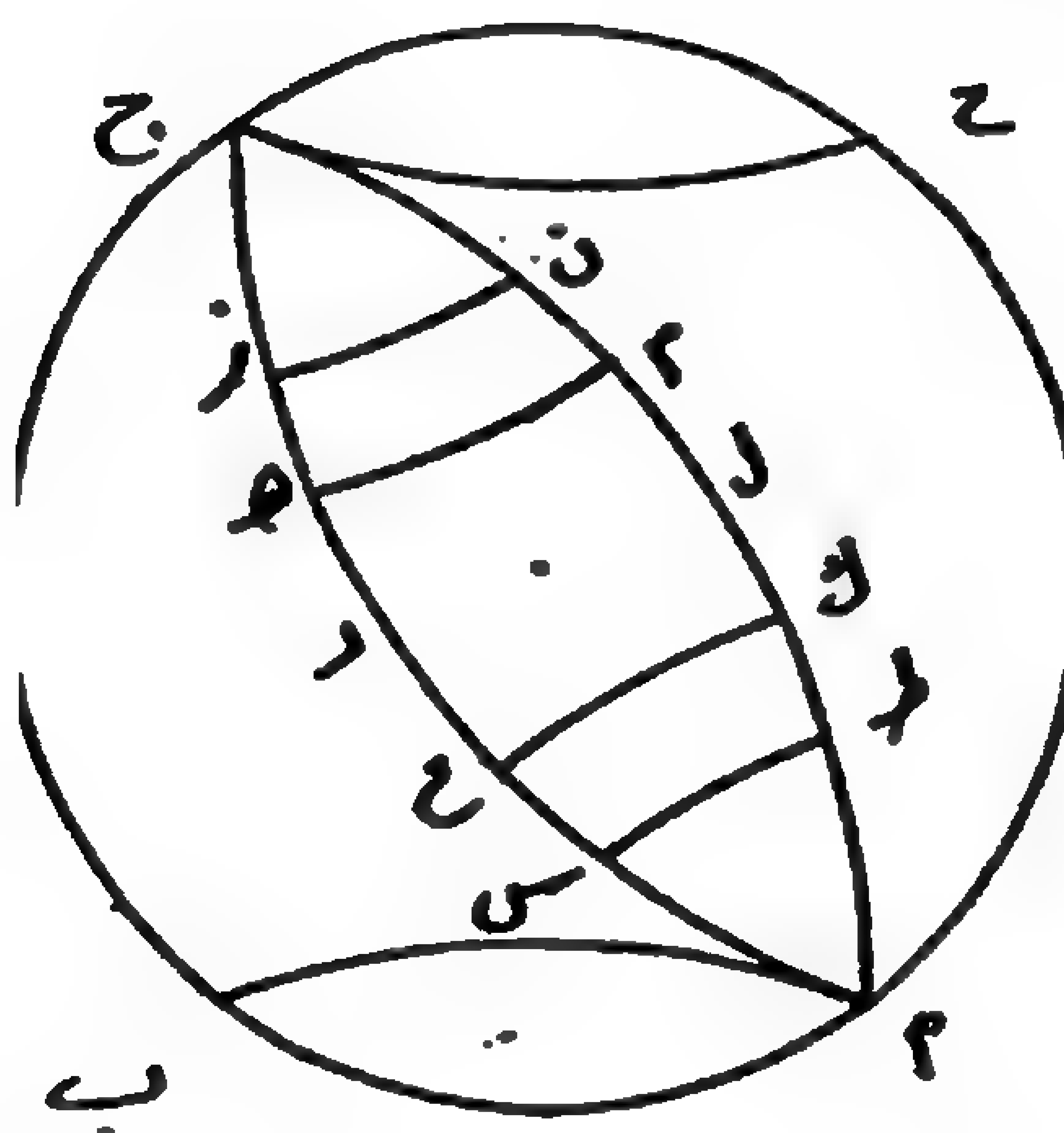
---

[1] ع : توجد .

[2] ع : ط د .

د) فإذا طلعت (هـ) من (ب) وغابت (ز) في (د) وسارتا إلى أن وافت (هـ) مغيب (ح) وافت حينئذ (ز) مطلع (ط) ، وكذلك إلى أن تعود (هـ) إلى موضعها و (ز) إلى موضعها ، فيكون زمان تبديل (هـ ح) للنصف الظاهر زمان تبديل (ز ج) للنصف الخفي وبالعكس، وذلك ما أردناه.

ك : القسي المتساوية من فلك البروج تبدل نصف الكرة الخفي في أزمان مختلفة والأقرب منها إلى الانقلاب الشتوى تبدله في زمان أعظم مما يبدل فيه الأبعد ؛ والمتساويتا البعد عن الجنبتين تبدلان في زمانين متساويين .



فليكن الأفق (آ ب ج ح) ، وفلك البروج (أ ز ج ن) ، والمدار الصيفي (أ ب) ، والشتوى (ج ح) ، ونفصل (د هـ ـ هـ ز) متساويتين. وليكن (ك ط) مساوية لـ (هـ ز) ومقابلة لها و (ك ل) مساوية لـ (د هـ) ومقابلة لها فـ (ك ط ـ ك ل) متساويان ؛ ولأن (ك ط) أقرب إلى المدار [1] الصيفي من (ك ل) يكون تبدلها النصف الظاهر في زمان أعظم من زمان تبديل (ك ل) إياه .

---

(1) .:. : مدار .

وقد تبين أن زمان تبديل (ك ط) النصف الظاهر مساو لزمان تبديل (هـ ز) النصف الخفى ، وكذلك فى (ك ل ـ هـ د) . فإذن[1] زمان تبديل (هـ ز) نصف الكرة الخفى أعظم من زمان تبديل (هـ د)[2] إياه، ثم لنجر على نقط (ز هـ ـ ط ك) من مداراتها اليومية (ز ن ـ هـ م ـ ط س ـ ك ع) ، فيكون (ج ز) مساويا لـ (ج ن) ؛ ولذلك يكون (ن م ـ ز هـ) متساويتى البعد عن (ج)، وكذلك (ط ك ـ س ع) عن (أ) وتكون (س ع) مقابلة مساوية لـ (ز م)؛ وكذلك يكون زمان تبديل (ك ط) النصف الظاهر مساويا لزمان تبديل (س ع) النصف الظاهر أيضا، وهما يساويان زمانى تبديل مقابلتيهما النصف الخفى ؛ فزمانا تبديل قوسى (ز هـ ـ ن م) النصف الخفى متساويتان ، وذلك ما أردناه.

أقول : وهذا بناء على أن القسى المتساوية المتساوية البعد عن المنقلبتين تبدل نصف الكرة الظاهرة فى أزمنة متساوية بعضها لطلوعها وبعضها[4] لغروبها، وقد مر ما يرد على ماقيل فيه .

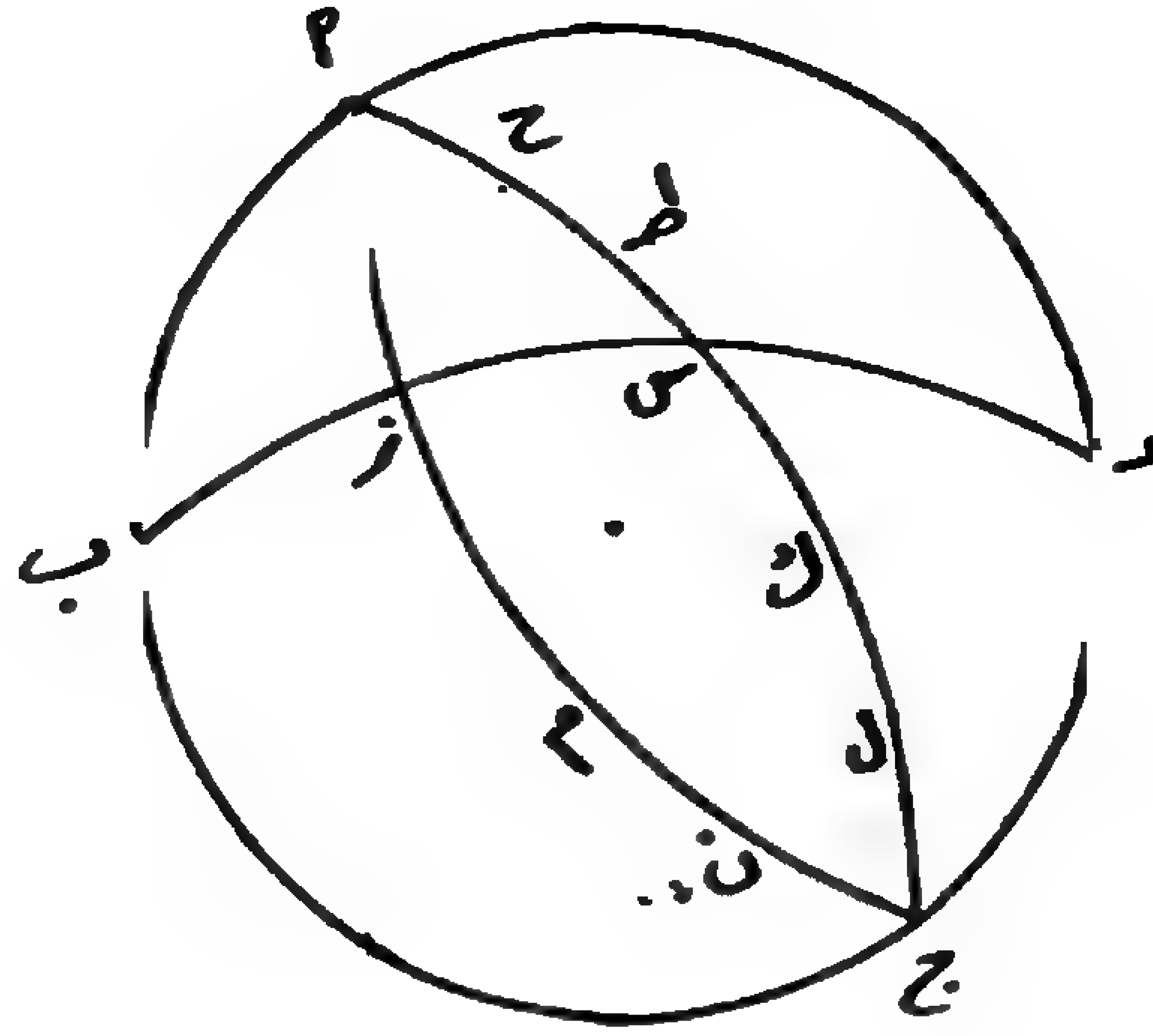
كا : القسي المتساوية من فلك البروج المتساوية الأبعاد عن جنبتى نقطتى الاعتدالين يكون زمان تبديل كل واحدة منها نصف الكرة الظاهرة مساويا لزمان تبديل نظيرتها النصف الخفى منه وبالعكس .

---

(1) ج : فاذا .

(2) ع : د هـ .

(4) ج : وبعضها .



فليكن الأفق (أ ب ج د) ، وفلك البروج (أ ز ج س) ، ومعدل النهـار (ب ز س د) ، و (س) الاعتدال الربيعى ، و (ح ط ـــ ك ل) متساويين متساويتى البعد عن (س) . وليكن (م ن) مساوية مقابلة[1] لـ (ح ط)، فيكون بعده عن (ج) كبعد (ك ل) ، ويكون زمانا تبديل (م ن ـــ ك ل) النصف الخفى متساويين . ولكن زمان تبديل (م ن) النصف الخفى ، يساوى زمان تبديل (ح ط) النصف الظاهر. فإذن[2] زمان تبديل (ح ط) النصف الظاهر مساو لزمان تبديل (ك ل) النصف الخفى، وذلك ما أردناه .

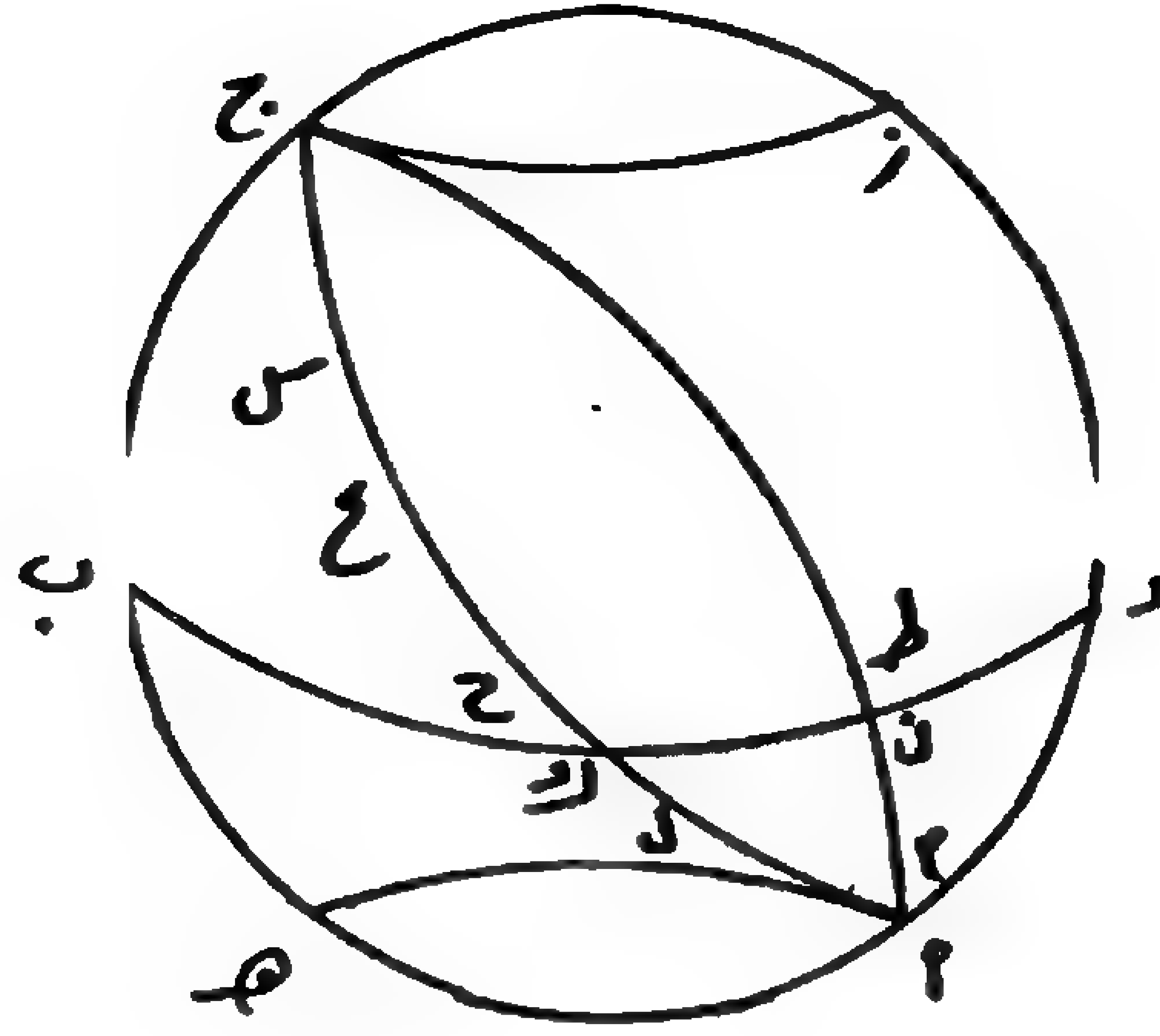
كب : القسى المتساوية من فلك البروج التى فى النصف الذى يتوسطه أول السرطان، أعنى النصف الشمالى منه؛ فإن زمان تبديل كل واحدة منها نصف الكرة الظاهرة أعظم من

---

(1) غير واضحة فى ع .

(2) ج : فاذا .

زمان تبديل أى قوس كانت غيرها من ذلك النصف نصف الكرة الخفى.



فليكن الأفق (أ ب ج د) ، والمدار الصيفى (أ هـ) والشتوى (ج ز) ، وفلك البروج (أ ح ج ط) ، ومعدل النهار (ب ح ط د) ، ونفصل (ك ل ــ م ن). ولتكن (س ع) مقابلة مساوية لـ (م ن) ، فلأن (ك ل) أقرب إلى المنقلب الصيفى من (س ع) ؛ يكون[1] زمان تبديل (ك ل) النصف الظاهر أعظم من زمان تبديل (س ع) إياه ، أعنى زمان تبديل (م ن) النصف الخفى.

فإذن[2] زمان تبديل (ك ل) النصف الظاهر أعظم من زمان تبديل (م ن) النصف الخفى ، وأيضا لأن (م ن ــ س ع) متساويتان متقابلتان، فزمان تبديل (م ن) النصف الظاهر مساو لزمان تبديل (س ع) النصف الخفى ؛ ولأن (س ع) أقرب إلى المنقلب الشتوى من (ك ل) ، يكون[3] زمان تبديل (س ع)

---

(1) ج : فيكون .

(2) ج : فإذا .

(3) ج : فيكون .

النصف الخفى أعظم من زمان تبديل (ك ل) إياه. فإذن[1] تبديل (ن م) النصف الظاهر أعظم من زمان تبديل (ك ل) النصف الخفى ، وذلك ما أردناه.

كج : القسى المتساوية من فلك البروج التى فى النصف الجنوبى، فإن زمان تبديل كل واحدة منها نصف الكرة الخفى أعظم من زمان تبديل أى قوس، كانت غيرها من ذلك النصف نصف الكرة الظاهرة ؛ والبرهان والشكل كما مر[*] .

---

[1] ج : فاذا .

[*] فى النسخة ع : " تم الكتاب على يد صاحبه عبد الله الفقير لله عبد الكافى عبد المجيد عبيد الله، فى صفر سنة ست وسبعين وستمائة. وفرغ المصنف رحمة الله عليه من تحريره فى (ز ج ى) – يعنى ٢٠ من شهر – ربيع الآخر سنة (خنج) — يعنى سنة ٦٥٣هـ – .

فى النسخة ج : فرغ المصنف من تحريره فى (ز ج ى) — يعنى ٢٠ من شهر — ربيع الآخر (خنج) – يعنى سنة ٦٥٣هـ – والكاتب مقبول بن أصيل الفيرشهرى من كتبه فى مدينة تبريز حماها الله تعالى من نسخة الأصل يوم الثلاثاء ، الثانى من رمضان سنة تسع وسبعمائة ، حامداً ومصلياً .

فهـارس التحقيق

١ – فهرس المصطلحات

(أ)

(ب)

(ث)

(جـ)

(حـ)

(خـ)

(د)

(ق)

(ك)

(م)

٢ ـ فهرس الأعلام

٣ ـ فهرس البلدان

٤ ـ فهرس الكتب

مـراجـع الدراسة والتحقيق

أولاً : المراجع العربية :

١ ــ ابن أبي اصيبعة : عيون الأنباء فى طبقات الأطباء ، تحقيق : د. نزار رضا ، مكتبة الحياة ، بيروت ، (بدون تاريخ) .

٢ ــ ابن جلجل : طبقات الأطباء والحكماء ، تحقيق : فؤاد سيد ، مؤسسة الرسالة ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٥م.

٣ ــ ابن خلدون : المقدمة ، دار القلم ، الطبعة الخامسة ، بيروت ، ١٩٨٤م .

٤ ــ ابن سينا : الشفاء ، (الفن الأول) أصول الهندسة ، تحقيق : د. عبد الحميد صبره، عبد الحميد لطفى مظهر ، مراجعة وتصدير : د. بيومى مدكور ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٦م .

٥ ــ ابن العبرى : تاريخ مختصر الدول ، دار الرائد اللبنانى ، بيروت، ١٩٨٣ م .

٦ ــ ابن منظور : لسان العرب ، دار صادر ، بيروت ، (بدون تاريخ) .

٧ ــ ابن النديم : الفهرست ، تحقيق : رضا تجدد ، طهران ، ١٩٧١م .

٨ ــ ابن الهيثم : المناظر ، تحقيق : د. عبد الحميد صبرة ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت، ١٩٨٣م.

٩ ــ إبراهيم المسلم : إطلالة على علوم الأوائل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٩٠م .

١٠ــ أحمد سعيد الدمرداش: الحسن بن الهيثم ، (سلسلة أعلام العرب) دار الكاتب العربى ، مصر، ١٩٦٩م .

١١ــ أحمد سليم سعيدان (دكتور) : هندسة إقليدس فى أيدٍ عربية ، دار البشير، الطبعة الأولى ، عمان ، ١٩٩١م .

١٢ــ ,, ,, ,, ,, : مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإسلام ، (عالم المعرفة) المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٨٨م.

١٣ــ أرشميدس : الكرة والأسطوانة ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى ، حيدر آباد الدكن ، ١٣٥٩هـ .

١٤ــ إقليدس : أصول الهندسة ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، مخطوط دار الكتب المصرية برقم ١٠٧ رياضة ــ طلعت ، (ميكروفيلم رقم ٥١٢٣٩) .

١٥ــ ,, : المعطيات فى الهندسة ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى ، حيد أباد الدكن ، ١٣٥٨هـ .

١٦ــ ,, : المناظر ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، مخطوط دار الكتب المصرية رقم(١) ضمن مجموعة برقم ٧٠٤رياضة (ميكروفيلم برقم ٣١٥١٩) ــ وطبعة دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد الدكن ، ١٣٥٨هـ.

١٧ــ ,, : ظاهرات الفلك ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، مخطوط معهد ــ المخطوطات العربية بالقاهرة ، برقم

٢٢فلك ــ وطبعة دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد الدكن ، ١٣٥٨هـ .

١٨ــ ألدوميلى : العلم عند العرب وأثره فى تطور العلم العالمى، ترجمة : محمد يوسف موسى ، عبد الحليم النجار ، دار القلم ، القاهرة ، ١٩٦٢م .

١٩ــ أميرة حلمى مطر (دكتوره) : الفلسفة عند اليونان ، دار ومطابع الشعب، القاهرة ، ١٩٧٥م.

٢٠ــ بارتولد : تاريخ الحضارة الإسلامية ، ترجمة : حمزة طاهر ، دار المعارف ، الطبعة الخامسة ، القاهرة ، (بدون تاريخ) .

٢١ــ بطلميوس : المجسطى ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، مخطوط دار الكتب المصرية ، برقم ٤٣ هيئة ــ طلعت ، (ميكروفيلم رقم ٥٠٩٨٩) .

٢٢ــ بروكلمان : تاريخ الأدب العربى ، ترجمة : د. السيد يعقوب بكر ، د. رمضان عبد التواب ، دار المعارف ، الطبعة الثانية ، (بدون تاريخ) .

٢٣ــ بوترو (إميل) : فلسفة كانط ، ترجمة : د. عثمان أمين ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٢م .

٢٤ــ بيرجشتراسر : أصول نقد النصوص ونشر الكتب ، (مجموعة محاضرات ألقيت بجامعة فاروق الأول سنة ١٩٣١-١٩٣٢م) ، أعده وقدم له: د. محمد حمدى البكرى، القاهرة ، ١٩٦٩م .

٢٥ـ تاتون (رنيه) : تاريخ العلوم العام (العلم القديم والوسيط من البدايات حتى سنة ١٤٥٠م)، ترجمة : د. على مقلد، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، (المجلد الأول) ، بيروت ، ١٩٨٨م .

٢٦ـ تارن (وليم وودثورب): الحضارة الهلنستية ، ترجمة : عبد العزيز توفيق جاويد ، مراجعة : زكى على ، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ، ١٩٦٦م .

٢٧ـ التهانوى : كشاف اصطلاحات الفنون، تحقيق :د.لطفى عبد البديع، ترجم النصوص الفارسية :د.عبد النعيم حسنين، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٧٧م .

٢٨ـ توفيق الطويل (دكتور) : فى تراثنا العربى الإسلامى ، (عالم المعرفة) ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٨٥م .

٢٩ـ جعفر آل ياسين (دكتور) : المدخل إلى الفكر الفلسفى عند العرب ، دار الأندلس ، الطبعة الثالثة ، بيروت ، ١٩٨٣م .

٣٠ـ جلال الدين السيوطى : المزهر فى علوم اللغة وأنواعها ، تحقيق : محمد أبو الفضل إبراهيم ، محمد أحمد جاد المولى ، على محمد البجاوى ، الطبعة الثالثة، القاهرة .

٣١ـ جوان فيرنيه : الرياضيات والفلك والبصريات ، (تراث الإسلام ـ القسم الثالث ، العدد ١٢) ، الكويت، ١٩٧٨م.

٣٢- جورج سارتون : تاريخ العلم ، بإشراف : د. بيومى مدكور ، ترجمة لفيف من العلماء ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٧٠م (الجزء الرابع) -١٩٧١م(الجزء الخامس) .

٣٣- حاجى خليفة : كشف الظنون عن أسامى الكتب والفنون ، مكتبة المثنى ، بغداد ، (بدون تاريخ) .

٣٤- حسين على محفوظ (دكتور) : نفائس المخطوطات العربية فى إيران ، (ضمن مجلة معهد المخطوطات العربية ، المجلد الثالث، مايو ١٩٥٧م) .

٣٥- حكمت نجيب عبد الرحمن : دراسات فى تاريخ العلوم عند العرب ، منشورات جامعة الموصل، دمشق ، (بدون تاريخ).

٣٦- خليل جاويش : نظرية المتوازيات فى الهندسة الإسلامية ، المؤسسة الوطنية للترجمة والتحقيق والدراسات ، تونس ، ١٩٨٨م .

٣٧- الخوارزمى مفاتيح العلوم، مكتبة الكليات الأزهرية، الطبعة الثانية، القاهرة، ١٩٨١م.

٣٨- الخوانسارى : روضات الجنات فى أحوال العلماء والسادات ، تحقيق : أسد الله إسماعيليان ، مكتبة إسماعيليان ، طهران ــ قم . (بدون تاريخ) .

٣٩- دافيد سانتلانا : المذاهب اليونانية الفلسفية فى العالم الإسلامى ، تحقيق : د. جلال شرف، دار النهضة العربية ، بيروت ، ١٩٨١م .

٤٠ـ الدفاع (دكتور على عبد الله) : إسهام علماء المسلمين فى الرياضيات ، ترجمة د.جلال شوقى، دار الشروق ، الطبعة الأولى ، ١٩٨١م .

٤١ـ ,, ,, ,, ,, ,, : إسهام علماء العرب والمسلمين فى الكيمياء ، مؤسسة الرسالة ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٥ .

٤٢ـ ,, ,, ,, ,, ,, : العلوم البحته فى الحضارة العربية الإسلامية ، مؤسسة الرسالة، الطبعة الرابعة ، بيروت، ١٩٨٧م .

٤٣ـ ديفيد . أ . كنج : فهرس المخطوطات العلمية المحفوظة بدار الكتب المصرية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨١م .

٤٤ـ دى لاسى أوليرى : علوم اليونان وسبل انتقالها إلى العرب ، ترجمة : د. وهيب كامل ، زكى على ، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة ، ١٩٦٢م.

٤٥ـ ,, ,, ,, : الفكر العربى ومكانه فى التاريخ ، ترجمة : د. تمام حسان ، مراجعة : د. محمد مصطفى حلمى ، المؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والطباعة والنشر ، القاهرة ، ١٩٦١م .

٤٦ـ رضا زاده شفق (دكتور) : تاريخ الأدب الفارسى ، ترجمة : محمد موسى هنداوى ، دار الفكر العربى ، ١٩٤٧م .

٤٧ـ زكريا إبراهيم (دكتور) : كانت أو الفلسفة النقدية ، مكتبة مصر ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، ١٩٧٢م .

٤٨ـ زكي نجيب محمود (دكتور) : المنطق الوضعي، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٥٦م. (الجزء الثاني) .

٤٩ـ الزركلي (خير الدين): الأعلام ، الطبعة الثانية .

٥٠ـ سامي النشار (دكتور) : نشأة الفكر الفلسفي في الإسلام ، دار المعارف، الطبعة الثامنة، القاهرة ، (الجزء الثالث) ١٩٨٠م .

٥١ـ سيد عبد الله انوار : فهرست نسخ خطي كتابخانه ملي ، منشورات كتابخانه ملي ، طهران ، ١٣٥٧هـ .

٥٢ـ شاخت وبوزورث : تراث الإسلام ، ترجمة : د. حسين مؤنس، إحسان صدقي العمد ، مراجعة : د. فؤاد زكريا ــ (عالم المعرفة) المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، (القسم الثالث) . الكويت ، ١٩٧٨م .

٥٣ـ صاعد الأندلسي : طبقات الأمم ، المطبعة الكاثوليكية ، نشرة الأب لويس شيخو اليسوعي ، بيروت ، ١٩١٢م .

٥٤ـ طاش كبرى زادة : مفتاح السعادة ومصباح السيادة في موضوعات العلوم ، دار الكتب العلمية ، الطبعة الأولى ، بيروت، ١٩٨٥م.

٥٥ـ عباس العزاوي : تاريخ علم الفلك في العراق ، المجمع العلمي العراقي ، بغداد ، ١٩٥٨م.

٥٦ـ عباس قمي : فوائد الرضوية في أحوال المذاهب الجعفرية .

٥٧ـ عبد الله نعمة (الشيخ): فلاسفة الشيعة (حياتهم وآراؤهم) ، دار مكتبة الحياة ، بيروت ، (بدون تاريخ) .

٥٨ـ عبد الحليم منتصر(دكتور): تاريخ العلم ودور العلماء العرب فى تقدمه ، دار المعارف ، الطبعة الثالثة ، ١٩٦٩م .

٥٩ـ عبد السلام هارون : تحقيق النصوص ونشرها ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، ١٩٦٥ .

٦٠ـ عمر رضا كحالة : معجم المؤلفين ، دار إحياء التراث العربى ، بيروت، ١٩٥٧م .

٦١ـ فرانتز روزنتال : مناهج العلماء المسلمين فى البحث العلمى ، ترجمة: د. أنيس فريحه ، مراجعة : د. وليد عرفات . دار الثقافة ، الطبعة الرابعة ، بيروت ، ١٩٨٣م .

٦٢ـ فيليب فرانك : فلسفة العلم (الصلة بين العلم والفلسفة) ، ترجمة : د. على ناصف ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٣م .

٦٣ـ القفطى : إخبار العلماء بأخبار الحكماء ، مكتبة المتنبى ، القاهرة ، (بدون تاريخ).

٦٤ـ قدرى حافظ طوقان : العلوم عند العرب ، دار أقراء ، (بدون تاريخ) .

٦٥ـ ,, ,, ,, : تراث العرب العلمى فى الرياضيات والفلك ، دار الشروق ، بيروت ، (بدون تاريخ) .

٦٦ـ الكتبى : فوات الوفيات ، تحقيق : د. إحسان عباس ، دار صادر ، بيروت ، ١٩٧٤م .

٦٧ـ ماكس مايرهوف : من الإسكندرية إلى بغداد ، (ضمن كتاب : التراث اليونانى فى الحضارة الإسلامية ، للدكتور عبد الرحمن بدوى . وكالة المطبوعات ـــ دار القلم ، الطبعة الرابعة ، الكويت ـ بيروت ، ١٩٨٠م) .

٦٨ـ مانالاوس : الأشكال الكرية ، تحرير : نصير الدين الطوسى ، مخطوط دار الكتب المصرية برقم ٥ ، ضمن مجموعة برقم ٧٠٤ رياضة (ميكروفيلم رقم ٣١٥١٩) .

٦٩ـ ماهر عبد القادر(دكتور): حنين بن إسحق ، دار النهضة العربية ، بيروت، ١٩٨٧م .

٧٠ـ ,, ,, ,, ,, : مقدمة فى تاريخ الطب ، دار العلوم العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت، ١٩٨٨م .

٧١ـ محمد البهى (دكتور): الجانب الإلهى من التفكير الإسلامى ، مكتبة وهبة، الطبعة السادسة ، القاهرة ، ١٩٨٢م .

٧٢ـ محمد اقبال : تجديد التفكير الدينى فى الإسلام ، ترجمة : عباس العقاد ، مراجعة : عبد العزيز المراغى بك ، د. مهدى علام ، مطبعة لجنة التأليف والنشر ، مصر، ١٩٥٥م.

٧٣ـ محمد ثابت الفندى(دكتور): فلسفة الرياضة ، دار النهضة العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت، ١٩٦٩م .

٧٤ـ محمد عبد الرحمن مرحبا(دكتور): المرجع فى تاريخ العلوم عند العرب ، منشورات دار الفيحاء، ١٩٧٨م .

٧٥ـ محمد على أبو ريان (دكتور): تاريخ الفكر الفلسفى (أرسطو والمدارس المتأخرة) ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، الطبعة الثالثة ، القاهرة ، ١٩٧٢م .

٧٣ـ ,, ,, ,, ,, ,, : تاريخ الفكر الفلسفى فى الإسلام ، دار المعرفة الجامعية، الطبعة الرابعة ، ١٩٨٠م .

٧٧ـ محمد غلاب (دكتور) : المعرفة عند مفكرى المسلمين ، مراجعة: عباس العقاد ، د. زكى نجيب محمود ، الدار المصرية للتأليف والترجمة ، القاهرة (بدون تاريخ) .

٧٨ـ محمد محمد على قاسم(دكتور) : نظريات المنطق الرمزى ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩١م .

٧٩ـ محمود زيدان (دكتور) : كنط وفلسفته النظرية ، مكتبة التونى ، الإسكندرية ، ١٩٨٣م.

٨٠ـ مصطفى العبادى (دكتور) : مكتبة الإسكندرية القديمة ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٧٧م .

٨١ـ موريس شربل : الرياضيات فى الحضارة الإسلامية ، جروس برس ، الطبعة الأولى ، طرابلس ـ لبنان، ١٩٨٨م .

٨٢ـ ناجى معروف (دكتور) : أصالة الحضارة العربية ، دار الثقافة ، الطبعة الثالثة ، بيروت ، ١٩٧٥م .

٨٣ـ نجيب بلدى (دكتور) : تمهيد لتاريخ مدرسة الإسكندرية وفلسفتها، دار المعارف ، مصر ، ١٩٦٢م .

٨٤ـ نصير الدين الطوسى : الرسالة الشافية عن الشك فى الخطوط المتوازية ، (ضمن رسائل الطوسى ـ الجزء الثانى) دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى، حيدر آباد الدكن، ١٣٥٩هـ .

٨٥ـ نيقولايوسف : أعلام من الإسكندرية ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٦٩م .

٨٦ـ هانز ريشنباخ : نشأة الفلسفة العلمية ، ترجمة : د. فؤاد زكريا ، دار الكاتب العربى للطباعة والنشر ، القاهرة ، ١٩٦٨م .
٨٧ـ لانسلوت هوجبن : الرياضة للمليون ، ترجمه وراجعه لفيف من الأساتذة (سلسلة الألف كتاب) ، دار العالم العربى للطباعة ، القاهرة ، ١٩٥٧م.
٨٨ـ ياقوت الحموى : معجم البلدان ، دار صادر ، بيروت ، ١٩٧٩م .
٨٩ـ يوسف إليان سركيس : معجم المطبوعات العربية والمعربة ، مكتبة الثقافة الدينية ، القاهرة ، (بدون تاريخ) .
٩٠ـ ———— : المعجم الوسيط (مجمع اللغة العربية) ، تقديم : د. بيومى مدكور ،مراجعة : عبد الوهاب السيد عوض الله ، محمد عبد العزيز القلماوى . مطابع شركة الإعلانات الشرقية ، الطبعة الثالثة ، القاهرة ، ١٩٨٥م .
٩١ـ ———— : المعجم الفلسفى (الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية (مجمع اللغة العربية) القاهرة، ١٩٨٣م .
٩٢ـ ———— : مجلة العربى ، عدد ٣٣٠ . سنة ١٩٨٦م .

ثانياً ـ المراجع الأجنبية :

1- Boyer.C.B., : The history of the calculus and its conceptual development. Dover publications, 1nc, 1959.

2- Burtt. E.A., : Metaphysical Foundations of Modern physical science. Lodon.1964.

3- Farrington.B., : Greek science, penguin books, New york, 1944.

4- Heath, T,L. : Thirteen Books of Euclid,s Elements, New york, Dover publications, (vol,1). 1956 .

5- Matter : Essai Historique sur l,Ecole d,lexandrie . paris,1820.

6- Meschkowsk.H., : Evolutition of Mathematical Thought, translated by J.H. Gayl,Holdenpay. 1nc. San Francisco, 1965.

7- Sarton, G, :Introduction to the History of science , Baltimore,1962.

8- Singer , C, : A Short History of scientific Ideas to 1900.oxford , 1968 .

9- Stephen , F.Mason , : A History of the Sciences , New york, 1968 .

فهرس الموضوعات

الموضوع	الصفحة

رقم الإيداع : ٩٥/٥٠٩٥
I.S.B.N
977-273-114-2